



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADOS

**Tesis en opción al grado académico de Magister en Gestión de la
Producción.**

TÍTULO:

EVALUACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO CON RELACIÓN A LA EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD EN LA PLANTA CRIOGÉNICA ASU DE LA EMPRESA INDURA ECUADOR S.A 2015. ELABORACIÓN DEL PLAN DE MEJORAS PARA LA OPERACIÓN Y CONTROL DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL.

Autor:

ANDRANGO Guayasamín Raúl Heriberto

Tutor:

ING. Msc, Edison Salazar Cueva

LATACUNGA – ECUADOR

Junio – 2015



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD DE POSGRADOS

Latacunga – Ecuador

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe de posgrados de la Universidad Técnica de Cotopaxi; por cuanto, el maestrante: Andrango Guayasamín Raúl Heriberto, con el título de tesis: “EVALUACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO CON RELACIÓN A LA EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD EN LA PLANTA CRIOGÉNICA ASU DE LA EMPRESA INDURA ECUADOR S.A 2015. ELABORACIÓN DEL PLAN DE MEJORAS PARA LA OPERACIÓN Y CONTROL DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Defensa de Tesis.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Junio, 14, 2015.

Para constancia firman:

.....

Ing. Msc. Giovanna Parra

PRESIDENTE

.....

Ing. Msc. Xavier Espín

MIEMBRO

.....

Ing. Msc. Hernán Navas

MIEMBRO

.....

Ing. Msc. Gustavo Plaza

OPOSITOR

CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN O AVAL DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor Metodológico del Programa de Maestría en Gestión de la Producción, nombrado por el Consejo Académico de Posgrado.

CERTIFICO

Que he analizado el trabajo de grado presentado como requisito previo a la aprobación y desarrollo de la investigación para optar por el Grado Académico de Magister en Gestión de la Producción, el mismo que considero Aprobado.

El problema de la investigación se refiere a:

EVALUACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO CON RELACIÓN A LA EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD EN LA PLANTA CRIOGÉNICA ASU DE LA EMPRESA INDURA ECUADOR S.A 2015. ELABORACIÓN DEL PLAN DE MEJORAS PARA LA OPERACIÓN Y CONTROL DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL.

Presentado por el Ing. Raúl Heriberto Andrango Guyasamín

Ing. Msc. Edison Salazar Cueva
050184317-1

Latacunga, Junio, 2015

RESPONSABILIDAD POR LA AUTORÍA DE LA TESIS

El proyecto de tesis de maestría denominado “EVALUACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO CON RELACIÓN A LA EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD EN LA PLANTA CRIOGÉNICA ASU DE LA EMPRESA INDURA ECUADOR S.A 2015. ELABORACIÓN DEL PLAN DE MEJORAS PARA LA OPERACIÓN Y CONTROL DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL”. Ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en las páginas correspondientes, cuya fuente se incorpora en la bibliografía.

Consecuentemente, este trabajo es de mi autoría.

En virtud de la declaración me responsabilizo del contenido, veracidad, alcance científico del proyecto de tesis, en mención.

Latacunga, Junio 2015

.....

Andrango Guayasamín Raúl Heriberto

C.I.N° 171752625-3

AGRADECIMIENTO

Expreso mi gratitud a Dios, por darme las fuerzas y dedicación para mis estudios, por concederme unos padres y hermana que con su carisma ha inculcado en mí la obediencia, el respeto, la responsabilidad, valores fundamentales para alcanzar mis metas exitosamente.

Muy particularmente agradezco a la institución, profesores, amigos y compañeros de aula que coadyuvaron en mi preparación académica.

Especialmente mi gratitud para mi amigo y director de tesis el Ingeniero Edison Salazar por permitirme recopilar parte de sus valiosos conocimientos que son de gran ayuda para la culminación del presente proyecto.

Raúl Heriberto Andrango Guayasamín

DEDICATORIA

El presente trabajo se los dedico con toda mi gratitud a mis padres a mi hermana y a la memoria de mis abuelitos.

Que confiando íntegramente en mí me brindaron su constante apoyo, para seguir adelante en mis estudios y alcanzar mis metas.

Raúl Heriberto Andrango Guayasamín

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| CONTENIDO | Pág. |
|-------------------------------------------------|-------------|
| PORTADA..... | i |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO..... | ii |
| CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN O AVAL DEL TUTOR..... | iii |
| RESPONSABILIDAD POR LA AUTORÍA DE LA TESIS..... | iv |
| AGRADECIMIENTO..... | v |
| DEDICATORIA..... | vi |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS..... | vii |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | xi |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS..... | xii |
| RESUMEN..... | xiii |
| ABSTRACT..... | xiv |
| AVAL DE TRADUCCIÓN..... | xv |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| CAPÍTULO I | |
| 1. EL PROBLEMA | 2 |
| 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 2 |
| 1.1.1. Contextualización..... | 2 |
| 1.1.2. Análisis Crítico..... | 3 |
| 1.1.3. Prognosis..... | 4 |
| 1.1.4. Control de la Prognosis | 4 |
| 1.1.5. Delimitación..... | 4 |
| 1.1.5.1 Temporal..... | 4 |
| 1.1.5.2. Espacial..... | 5 |
| 1.1.6. Objeto de Estudio..... | 5 |
| 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 5 |
| 1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN..... | 5 |
| 1.4. OBJETIVOS..... | 6 |

| | |
|--------------------------------------------------------------|----|
| 1.4.1. Objetivo General | 6 |
| 1.4.2. Objetivos Específicos | 6 |
| CAPÍTULO II | |
| 2. MARCO TEÓRICO | 8 |
| 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN | 8 |
| 2.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES | 9 |
| 2.2.1. Sistema Productivo..... | 9 |
| 2.2.2. Productividad. | 10 |
| 2.2.3. Tipos de productividad..... | 10 |
| 2.2.4. Factores que influyen en la productividad. | 11 |
| 2.2.5. Indicadores. | 12 |
| 2.2.6. Tipología de los indicadores | 12 |
| 2.2.7. Mapa de procesos | 13 |
| 2.2.8. Diagramas de flujo | 14 |
| 2.2.9. Gases Residuales | 16 |
| 2.2.10. Plantas Criogénicas ASU | 16 |
| 2.2.11. Equipos para la producción criogénica. | 17 |
| 2.2.11.1. Filtros de Aire..... | 17 |
| 2.2.11.2. Compresores..... | 19 |
| 2.2.11.3. Unidad de Refrigeración. | 20 |
| 2.2.11.4. Filtros Moleculares PPU Pre-Purification Unit..... | 21 |
| 2.2.11.5. Turbina de expansión | 25 |
| 2.2.11.6. Columna de destilación | 27 |
| 2.2.11.7. Reboiler | 31 |
| 2.2.11.8. Propiedades del aire y sus componentes | 32 |
| 2.2.12. Propiedades del Oxígeno y sus aplicaciones..... | 33 |
| 2.2.13. Propiedades del Nitrógeno y sus aplicaciones | 34 |
| 2.2.14. Términos y definiciones | 35 |
| CAPÍTULO III | |
| 3. METODOLOGÍA | 37 |
| 3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN | 37 |
| 3.2. FORMA..... | 38 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN..... | 38 |
| 3.4. METODOLOGÍA | 38 |
| 3.5. UNIDAD DE ESTUDIO..... | 39 |
| 3.6. MÉTODOS Y TÉCNICAS A SER EMPLEADAS | 39 |
| 3.7. HIPÓTESIS | 39 |
| 3.8. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES | 40 |
| CAPÍTULO IV | |
| 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS..... | 42 |
| 4.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL | 42 |
| 4.1.1. Variable Sistema Productivo | 42 |
| 4.1.1.1. Indicador Operación y Control de la Planta ASU | 42 |
| 4.1.1.2. Indicador Producción y Despachos de LOX y LIN | 45 |
| 4.1.1.3. Indicador Costo de Producción | 47 |
| 4.1.1.4. Indicador Control de Producción | 49 |
| 4.1.1.5. Indicador Consumo de LOX y LIN de la Acería | 51 |
| 4.1.2. Variable Eficiencia Productiva..... | 51 |
| 4.1.2.1. Indicador Disponibilidad de Operación | 52 |
| 4.1.2.2. Indicador Eficiencia de la planta ASU | 54 |
| 4.1.2.3. Indicador Pérdida de Gases GOX y GAN..... | 55 |
| 4.2. CONCLUSIONES | 57 |
| 4.3. RECOMENDACIONES | 58 |
| CAPÍTULO V | |
| 5. PROPUESTA | 59 |
| 5.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA | 59 |
| 5.2. JUSTIFICACIÓN..... | 59 |
| 5.3. OBJETIVOS..... | 60 |
| 5.4. MANUAL DEL PLAN DE MEJORAS DE LA PLANTA ASU MP-MEC-OPECON-01 | 61 |
| 5.4.1. Partida del Filtro Principal Planta ASU. | 75 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.4.2. Puesta en Marcha Compresor Principal de Aire C2101 IT-MEC- PMPCPC2101-01. | 82 |
| 5.4.3. Puesta en marcha de la Unidad de Refrigeración IT-MEC-PMUREF-01 | 90 |
| 5.4.4. Puesta en marcha Molecular Sieve 2600 IT-MEC-PMAMO-01 | 96 |
| 5.4.5. Puesta en marcha Compresor Reciclo C2102 IT-MEC-RECC2102-01 | 103 |
| 5.4.6. Puesta en Marcha de Turbina de Expansión IT-MEC-PMTEX-01 | 110 |
| 5.4.7. Partida en Frío de la Planta ASU Indura Ecuador S.A. IT-MEC-PARFRIO-01 | 117 |
| 5.4.8. Partida en Caliente de la Planta ASU Indura Ecuador S.A. IT-MEC-PARFRIO-01 | 124 |
| 5.4.9. Detención Programada de la Planta ASU IT-MEC-DETPRO-01 | 138 |
| 5.4.10. Corte de Energía en la Planta ASU IT-MEC-CORTE-01..... | 145 |
| 5.5. MANUAL DE OPERACIÓN Y CONTROL DEL COMPRESOR CHAMPION WYS55 RECUPERADOR DE OXÍGENO..... | 149 |
| 5.5.1. Pantalla Principal..... | 150 |
| 5.5.2. Menú Principal | 151 |
| 5.5.3. Proceso | 152 |
| 5.5.4. Compresor | 155 |
| 5.5.5. Instrumentación | 156 |
| 5.5.6. Avisos (F5)..... | 157 |
| 5.5.7. Producción..... | 158 |
| 5.5.8. Tendencias..... | 160 |
| 5.5.9. Soporte | 161 |
| 5.5.10. Configuración..... | 162 |
| 5.6. MANUAL DE PARA LA RECUPERACIÓN DEL OXÍGENO GASEOSO VENTEADO..... | 165 |
| 5.7. LISTA MAESTRA DE DOCUMENTOS CREADOS EN EL PLAN DE MEJORAS PARA LA PLANTA ASU. | 170 |
| 6. CONCLUSIONES. | 172 |
| 7. RECOMENDACIONES. | 172 |
| 8. BIBLIOGRAFÍA..... | 174 |
| ANEXOS..... | 176 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 1: Operacionalización Variable Independiente..... | 40 |
| Tabla 2: Operacionalización Variable Dependiente..... | 41 |
| Tabla 3: Diagnóstico etapas filtración de aire, compresor de aire, unidad de refrigeración..... | 42 |
| Tabla 4: Diagnóstico etapas filtros moleculares, compresor de reciclo, booster..... | 43 |
| Tabla 5: Diagnóstico etapas turbina, columna de destilación..... | 44 |
| Tabla 6: Programa de carga de líquidos criogénicos Planta ASU..... | 47 |
| Tabla 7: Resumen de producción..... | 47 |
| Tabla 8: Costo de Producción (Ton/mes)..... | 48 |
| Tabla 9: Costo de Producción (Ton/día)..... | 48 |
| Tabla 10: Informe Diario de Producción..... | 50 |
| Tabla 11: Diagnóstico disponibilidad de la Planta ASU Enero 2014..... | 53 |
| Tabla 12: Diagnóstico disponibilidad de la Planta ASU Febrero 2014..... | 53 |
| Tabla 13: Diagnóstico disponibilidad de la Planta ASU Noviembre 2014..... | 53 |
| Tabla 14: Diagnóstico eficiencia de la Planta ASU Enero 2014..... | 55 |
| Tabla 15: Diagnóstico eficiencia de la Planta ASU Febrero 2014..... | 55 |
| Tabla 16: Costo de producción (Ton/me)..... | 60 |
| Tabla 17: Costo operacional del compresor Champion..... | 60 |
| Tabla 18: Lista maestra del Plan de Mejoras..... | 170 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|------------------------------------------------------------|-----|
| Gráfico 1: Mapa de Proceso Planta ASU..... | 13 |
| Gráfico 2: Diagrama de flujo Planta ASU..... | 15 |
| Gráfico 3: Planta Criogénica ASU..... | 16 |
| Gráfico 4: Filtro Principal de Plantas ASU..... | 18 |
| Gráfico 5: Representación termodinámica de compresión..... | 19 |
| Gráfico 6: Representación curvatura Surge..... | 20 |
| Gráfico 7: Unidad de Refrigeración..... | 21 |
| Gráfico 8: Filtros Moleculares PPU..... | 22 |
| Gráfico 9: Turbinas de expansión..... | 25 |
| Gráfico 10: Turbina Atlas Copco..... | 26 |
| Gráfico 11: Columnas de alta presión..... | 28 |
| Gráfico 12: Columnas de baja presión..... | 29 |
| Gráfico 13: Bandejas de destilación..... | 30 |
| Gráfico 14: Columnas de destilación..... | 31 |
| Gráfico 15: Reboiler..... | 32 |
| Gráfico 16: Composición del aire..... | 33 |
| Gráfico 17: Producción LOX..... | 45 |
| Gráfico 18: Producción LIN..... | 46 |
| Gráfico 19: Despachos Planta ASU..... | 46 |
| Gráfico 20: Despachos a la Acería..... | 51 |
| Gráfico 21: Disponibilidad Planta ASU..... | 52 |
| Gráfico 22: Eficiencia Planta ASU..... | 54 |
| Gráfico 23: Pérdidas de Gox por venteo..... | 56 |
| Gráfico 24: Pérdidas de Gan por venteo..... | 56 |
| Gráfico 25: Compresor CHAMPION..... | 149 |
| Gráfico 26: Tablero de control del compresor CHAMPION..... | 165 |



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADOS

EVALUACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO CON RELACIÓN A LA EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD EN LA PLANTA CRIOGÉNICA ASU DE LA EMPRESA INDURA ECUADOR S.A 2015. ELABORACIÓN DEL PLAN DE MEJORAS PARA LA OPERACIÓN Y CONTROL DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL.

Autor: Andrango, Guayasamín, Raúl Heriberto

Tutor: MSc. Edison Salazar Cueva

RESÚMEN

El presente estudio tiene como propósito la evaluación del sistema productivo en la planta ASU de la empresa Indura Ecuador, para mejorar su eficiencia y productividad a través de la recuperación del oxígeno residual. En la investigación se analizó el sistema productivo y la eficiencia productiva, mediante del levantamiento de información del proceso de operación y producción actual, para posteriormente plantear una propuesta de mejora.

El estudio propuesto se plantea como una investigación no experimental y se adopta una modalidad de campo, aplicando herramientas como la observación y revisión documental para evaluar el sistema productivo de la planta ASU

Los resultados obtenidos permitieron identificar los problemas operacionales por cada etapa del proceso así como la baja productividad debido a la carencia de instructivos actualizados para el control y monitoreo de las operaciones en la planta.

A continuación se plantea una propuesta mediante la elaboración del plan de mejoras para la operación y control. Este trabajo permitió analizar algunos casos prácticos y opciones para mejorar la productividad y rentabilidad del oxígeno residual recuperado.

Se concluye que la planta presenta particularidades en la operación, control y monitoreo, donde los operadores desempeñan un papel fundamental para obtener una eficiencia adecuada mediante el uso de instructivos de trabajo. La introducción de nuevas tecnologías y actualizaciones probadas, permiten reducir los costos operativos o mejorar la capacidad de la planta de forma que mejoren sus estadísticas.

Palabras clave: Eficiencia, gases criogénicos, productividad.



TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
DIRECTION OF GRADUATE PROGRAMS

EVALUATION OF PRODUCTION SYSTEM WITH REGARD TO EFFICIENCY AND PRODUCTIVITY ASU CRYOGENIC PLANT INDURA ENTERPRISE ECUADOR SA 2015. MAKING THE IMPROVEMENT PLAN FOR OPERATION AND CONTROL SYSTEM OF INTEGRATED MANAGEMENT

Author: Andrango, Guayasamín, Raúl Heriberto
Advisor: MSc. Edison Salazar Cueva
Translator: MSc. Romero Palacios Amparo de Jesús

ABSTRACT

The present study has as purpose the evaluation of the productivity system in the ASU plant of the company Indura Ecuador, to improve its efficiency and productivity through the recovery of the residual oxygen. The research analyzed the system of production and the productive efficiency through the lifting of information in the operation process and current production, to subsequently make a proposal for improvement.

The proposed study is presented as a non-experimental research and takes a form of field, applying tools such as observation and documentary review to evaluate the productive system of the ASU plant.

The obtained results allowed identifying operational problems at every stage of the process as well as low productivity due to the lack of updated instructional for the control and monitoring of plant operations.

Then a proposal was raised by developing improvement plan for the operation and control. This work allowed us to analyze some case studies and options to improve the productivity and profitability of the residual oxygen recovered.

It is concluded that the plant has peculiarities in the operation, control and monitoring, where operators play an important role to obtain an adequate efficiency through the use of instructional work. The introduction of new technologies and proven updates, allow you to reduce operating costs or improve the plant's capacity in ways that enhance their statistics.

Key Words: efficiency, cryogenic gases, productivity.



AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; yo MSc. ROMERO PALACIOS AMPARO DE JESÚS C.C. 050136918 en forma legal CERTIFICO que he realizado la respectiva revisión de la Traducción del Abstract; con el tema: **EVALUACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO CON RELACIÓN A LA EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD EN LA PLANTA CRIOGÉNICA ASU DE LA EMPRESA INDURA ECUADOR S.A 2015. ELABORACIÓN DEL PLAN DE MEJORAS PARA LA OPERACIÓN Y CONTROL DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL**, cuyo autor es el Ing. Andrango Guayasamín Raúl Heriberto y Tutor de Tesis MSc. Edison Salazar Cueva.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, Junio del 2015

Atentamente,

MSc. ROMERO PALACIOS AMPARO DE JESÚS
DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS
C.C. 0501369185

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años el uso de gases criogénicos ha aumentado en forma constante. El costo inicial de una planta criogénica y el mantenimiento de sus operaciones han sido siempre dos factores muy tenidos en cuenta.

El mecanismo de producción de gases criogénicos en cantidades suficientes para el sector alimenticio, científico, industrial, medicinal, puede dividirse en tres métodos que se emplean en la actualidad.

En primer lugar están las plantas con tecnología (adsorción por oscilación de vacío) VSA, que se encuentran aproximadamente entre las 25 t/d (toneladas diarias) y las 150 t/d. Mathew Thayer. (2010)

En segundo lugar y como elemento principal de estudio se encuentran la destilación fraccionada criogénica, (unidad de separación de aire) ASU estándar, que produce volúmenes desde 25 t/n, 50 t/d, hasta 4000 t/d y purezas de entre el 95% y 99,5% de oxígeno puro. Bruce Dawson. (2010)

En tercer lugar se encuentra la tecnología (membranas de transporte de iones) ITM, una nueva tecnología actualmente en desarrollo con posibilidades de aplicación en el futuro. Mathew Thayer. (2010)

El presente proyecto se centrará en las oportunidades que ofrece el grupo de metodologías de producción criogénica en la planta ASU, aunque la unidad ASU está formada por miles de componentes es posible dividirla en segmentos de las áreas específicas que de actualizarse, pueden aumentar la producción, reducir los costos y mejorar la eficiencia.

- ✓ Sistema inicial (adsorción por oscilación térmica) TSA y (adsorción por oscilación de presión) PSA
- ✓ Maquinaria y expansor
- ✓ Controles del sistema
- ✓ Procedimientos de funcionamiento

A través de estas áreas generales se podrá obtener información e incluso mostrar casos prácticos que prueben las ventajas que se obtienen al trabajar sobre ellas.

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La planta ASU perteneciente a la empresa INDURA ECUADOR S.A se dedica a la fabricación de gases criogénicos, distribuidos en Oxígeno y Nitrógeno. El creciente mercado consumidor de gases y la demanda existente por el Nitrógeno, ha conllevado a incrementar la producción de este gas, generando un desperdicio mayoritario del Oxígeno al ser venteado o liberado a la atmósfera para equilibrar la destilación criogénica.

El desperdicio del Oxígeno es un factor que actualmente afecta a la eficiencia productiva dado que no se ha evaluado y establecido nuevos parámetros para la operación y control del proceso que garantice la seguridad en las operaciones.

El presente proyecto tiene la finalidad de contrarrestar el problema, considerando realizar la recuperación del Oxígeno venteado mediante la implantación de nuevos procedimientos operativos que permitan reducir las pérdidas de producción, mejorar la eficiencia productiva, aumentar los volúmenes de despacho, incrementando la rentabilidad de producción de la planta ASU.

1.1.1. Contextualización.

La demanda creciente por parte de las industrias nacionales consumidoras de Nitrógeno ha ocasionado que la eficiencia y productividad en la planta ASU sea

variable, debido al incremento del desperdicio del Oxígeno, esto está generando pérdidas de gases en el proceso y elevando los costos operacionales.

Mediante la recuperación del Oxígeno venteado se prevé incrementar los volúmenes de almacenamiento para los despachos requeridos por los clientes, minimizar las pérdidas de gases mejorando la eficiencia productiva y a su vez innovando nuevos procesos de operacionales en las plantas criogénicas.

Además que el proyecto servirá como aporte para la mejora continua del proceso productivo de la Planta ASU, cumpliendo con las normativas vigentes de sostenibilidad y sustentabilidad del Sistema de Gestión Integral de la empresa.

1.1.2. Análisis Crítico

La pérdida de gases generadas en la planta ASU son producidos por las siguientes causas:

- ✓ Incremento de la producción de nitrógeno
- ✓ Cambio de los parámetros de operación
- ✓ Eficiencia por encima del valor establecido bajo norma de operación (KW/m³)
- ✓ Falta de instructivos para la operación y control ante cambios de producción
- ✓ Oxígeno venteado o disperso a la atmosfera.

Las causas antes mencionadas son generadoras de algunos efectos desfavorables que perjudican la producción neta estos son:

- ✓ Oxígeno gaseoso venteado o dispersado a la atmósfera alrededor de 1000 m³/h como resultado del cambio de producción

- ✓ Contaminación del producto producido por la inestabilidad en la licuefacción
- ✓ Baja producción de la planta ASU
- ✓ Desconocimiento sobre los parámetros de operación para cambiar la producción
- ✓ Incremento de pérdidas de gases durante la producción

Las causas y efectos que generan el problema de investigación están afectando a la productividad de la empresa, debido a que no se reutiliza el gas residual que incrementaría la productividad haciendo más eficiente el proceso criogénico

1.1.3. Prognosis

Si la empresa desatiende las pérdidas que se vienen generando, aumentaría los costos operacionales restando la eficiencia de producción conllevando a la baja rentabilidad por el desabastecimiento del Oxígeno hacia los clientes.

1.1.4. Control de la Prognosis

La evaluación del sistema productivo asociado a disminuir las pérdidas de gases mediante un Plan de Mejoras y su incidencia en la seguridad de las operaciones, ayudará a obtener datos importantes para establecer nuevos parámetros de operación y validarlos por la gerencia Corporativa de Plantas Criogénicas Air Products, para su aplicación en la planta ASU.

1.1.5. Delimitación

1.1.5.1. Temporal

La investigación y la obtención de datos se realizaron durante los meses de noviembre del año 2014 a junio del año 2015.

1.1.5.2. Espacial

La presente investigación se realizó en la planta ASU de la empresa INDURA ECUADOR S.A localizada en el Km 1 ½ de la Vía Aloag – Sto. Domingo. Ciudad Aloag. Cantón Mejía. Provincia Pichincha.

1.1.6. Objeto de Estudio

El objeto de estudio de la investigación es el sistema productivo, de la planta ASU.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿El desperdicio del oxígeno venteado, es la principal causa que genera pérdidas de gases en el proceso de producción, a su vez resta la eficiencia productiva de la planta ASU?

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

El incremento de la demanda por el consumo de gases ha conllevado a formular nuevas propuestas e ideas en el área de operaciones y proyectos es así que tras la experiencia del personal que opera la planta criogénica ASU se ha ido innovando procesos, métodos y prácticas para aprovechar la máxima eficiencia de producción.

Dentro de la innovación del proceso productivo se hace énfasis en la recuperación del oxígeno venteado o liberado a la atmósfera que se origina como resultado cuando se incrementa la producción de Nitrógeno en la planta ASU una vez estabilizados los rangos de operación y control en condiciones normales.

Se toma la decisión de efectuar una investigación y levantamiento de información del proceso ayudado de un método analítico-sintético que va permitir mediante un estudio práctico la recuperación y disminución de la pérdida del oxígeno

dispersado mediante un nuevo proceso de captación, almacenaje, compresión, e inyección para el consumo del cliente.

Con este análisis se colaborará a la empresa para que obtenga una eficiente optimización de recursos, entre los cuales:

- ✓ El despacho de oxígeno criogénico (líquido) que se lo realiza mediante el llenado de estanques de almacenamiento, se compensara el consumo con inyección directa del oxígeno recuperado con alta pureza hacia el cliente Adelca.
- ✓ Se disminuirá las pérdidas originadas por el cambio de producción cuando se requiera más Nitrógeno para los despachos hacia clientes externos.
- ✓ Se aprovechará la producción neta de la planta ASU manteniendo la eficiencia requerida para las plantas criogénicas, kilovatios consumidos sobre metros cúbicos producidos (KW/m³).

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Evaluar la eficiencia del sistema productivo mediante el análisis del proceso actual para la elaboración del plan de mejoras que establezca los lineamientos de recuperación del oxígeno residual en la planta criogénica ASU de la empresa Indura Ecuador.

1.4.2. Objetivos Específicos

- ✓ Describir los procedimientos actuales de las operaciones mediante una observación de campo y monitoreo de los equipos para la identificación de los parámetros de funcionamiento.

- ✓ Identificar las falencias operacionales mediante una evaluación del sistema productivo actual, para la corrección de los procedimientos que generan las pérdidas del oxígeno residual.

- ✓ Elaborar el plan de mejoras mediante la formulación por escrito de procedimientos que describan las actividades relevantes para la operación de rutina en la planta ASU, con el fin de que sus procesos funcionen adecuadamente.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Durante los últimos años, AIR PRODUCTS propietario del grupo INDURA ha desarrollado y puesto en marcha varias innovaciones tecnológicas patentadas y actualizables que mejoran la productividad, la eficiencia y la operatividad de las unidades ASU. Para el desarrollo de la presente investigación se revisa trabajos relacionados con el objeto de estudio que sirvan de referencia y aporten información en la ejecución del proyecto.

Se hace mención a los proyectos llevados a cabo por el corporativo de manera que permitirán plasmar las experiencias y resultados en el mejoramiento de la productividad:

AIR PRODUCTS, (2010) *Actualización de una planta de producción de oxígeno gaseoso (GOX) con volumen de 2000 t/d en Oriente Medio.*

AIR PRODUCTS, (2009) *Actualización del sistema inicial de una unidad ASU de PSA a TEPESA en una planta de producción de oxígeno gaseoso (GOX) con volumen de 160 t/d en Polonia.*

AIR PRODUCTS, (2010) *Actualización de una unidad ASU INDURA ECUADOR para incorporar controles de procesos mejorados (automatización).*

Los proyectos mencionados han permitido optimizar el funcionamiento de las plantas, maximizando la producción y minimizando el consumo de energía que es

uno de los factores clave a la hora de evaluar los costos operativos en una planta ASU.

Aunque hay muchas áreas en estas plantas que pueden repercutir significativamente el consumo de energía, el aumento o disminución del rendimiento de los equipos criogénicos.

Lo mismo el caudal del producto también puede ajustarse para maximizar la producción sin modificar la pureza y la presión especificadas.

2.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

- ✓ Sistema Productivo
- ✓ Productividad
- ✓ Tipos de Productividad
- ✓ Factores que influyen en la productividad
- ✓ Indicadores
- ✓ Tipología de los indicadores
- ✓ Mapa de procesos
- ✓ Diagramas de flujo
- ✓ Gases Residuales
- ✓ Plantas Criogénicas ASU.
- ✓ Equipos para la producción criogénica
- ✓ Propiedades del aire y sus componentes
- ✓ Propiedad del oxígeno y sus aplicaciones
- ✓ Propiedad del nitrógeno y sus aplicaciones

2.2.1. Sistema Productivo.

Un sistema productivo puede ser definido como un conjunto de partes interrelacionadas que existen para alcanzar un determinado objetivo. Para (Niebel, 2013). “Estos sistemas son los responsables de la producción de bienes y servicios en las organizaciones, los administradores de operaciones toman decisiones que se relacionan con la función de operaciones y los sistemas de

transformación que se emplean. De la misma manera los sistemas de producción tienen la capacidad de involucrar las actividades y tareas diarias de adquisición y consumo de recursos” (p. 12).

2.2.2. Productividad.

La productividad es “la relación entre la producción obtenida por un sistema de fabricación de bienes o servicios y los recursos utilizados para obtenerla”. La productividad indica el mejor o peor uso que se hace de los factores de producción de una economía concreta, lo que teóricamente refleja su capacidad de competir con eficacia en el mercado. Por tanto evalúa la cantidad de bienes que produce una empresa según el número de personas que trabajan en ella y la cantidad de tiempo, materiales y recursos necesarios para producir esos bienes. García Gonzalo, (2013).

De la definición anterior se deduce que la productividad se relaciona con el rendimiento del proceso económico, por relación entre factores empleados y productos obtenidos en un sistema productivo.

2.2.3. Tipos de productividad.

Mantilla, (2010) manifiesta que:

La que la productividad se puede englobar en tres etapas básicas:

Productividad laboral

Consiste en el aumento o disminución de los rendimientos por hora trabajada, originados por las variaciones de trabajo, la técnica, el capital y cualquier otro factor para el producto final.

Productividad global

Es un concepto que las empresas emplean para mejorar la productividad, a través del estudio de sus factores determinantes y los elementos que intervienen en la misma, como pueden ser las nuevas tecnologías, la organización del trabajo, nuevos procesos.

Productividad total

Se relaciona al rendimiento que presentan los procesos económicos medidos en unidades físicas monetarias, por la relación entre los productos obtenidos y los factores empleados que influyen en la producción ya sea trabajo, capital o técnica, relacionada con el rendimiento del proceso económico medido en unidades físicas o monetarias, factores empleados y productos obtenidos.

2.2.4. Factores que influyen en la productividad.

Además de la relación de cantidad producida por recursos utilizados en la productividad intervienen otros aspectos importantes como:

Calidad: Debe estar presente al elaborar un producto el objetivo será que no exista re-procesos en la fabricación.

Productividad: Es la relación de eficiencia del sistema productivo, ya sea de la mano de obra o de los materiales.

Entradas: Mano de obra, materia prima, maquinaria, energía, capital y capacidad técnica.

Salidas: Productos o servicios.

2.2.5. Indicadores.

Los indicadores pueden ser expresados a través de fórmulas matemáticas, tablas o gráficas, desarrollados mediante la recolección de datos. Se utilizan para medir con claridad los resultados obtenidos de programas, procesos, acciones específicas con el objetivo de obtener el diagnóstico de una situación y evaluar las variaciones que permitan identificar las diferencias de los resultados planeados y obtenidos para la toma de decisiones. Suarez, (2011).

Se puede señalar dos funciones básicas de los indicadores:

Descriptiva: Contribuye información sobre el estado real de una actuación o programa.

Valorativa: Agrega un juicio de valor lo más objetivo posible.

Para el desarrollo y revisión de los indicadores se utiliza los siguientes criterios: definición del indicador, objetivo, niveles de referencia, responsabilidad, puntos de lectura, periodicidad, el sistema de información y las consideraciones de gestión.

2.2.6. Tipología de los indicadores

La ejecución de los mismos y su respectiva clasificación permiten obtener un criterio en relación a lo controlado o evaluado. Existe la siguiente tipología:

- ✓ Indicadores de inputs y outputs.
- ✓ Indicadores presupuestarios y contables, de organización, sociales.
- ✓ Indicadores de eficiencia y eficacia.

Del tipo de indicadores expuestos, los de eficiencia y eficacia son los adecuados a utilizar en este proyecto, debido a que permiten llevar un diagnóstico de la

operación y productividad mensual, orientan también a la búsqueda de soluciones satisfactorias para un trabajo adecuado.

2.2.7. Mapa de procesos

Es un conjunto de actividades y recursos interrelacionados que transforman elementos de entrada en elementos de salida aportando valor añadido para el cliente o usuario. Los recursos pueden incluir: personal, finanzas, instalaciones, equipos técnicos, métodos.

Un mapa de procesos es un diagrama de valor, un inventario gráfico de los procesos de una organización. Manual SHEQ, (2010).

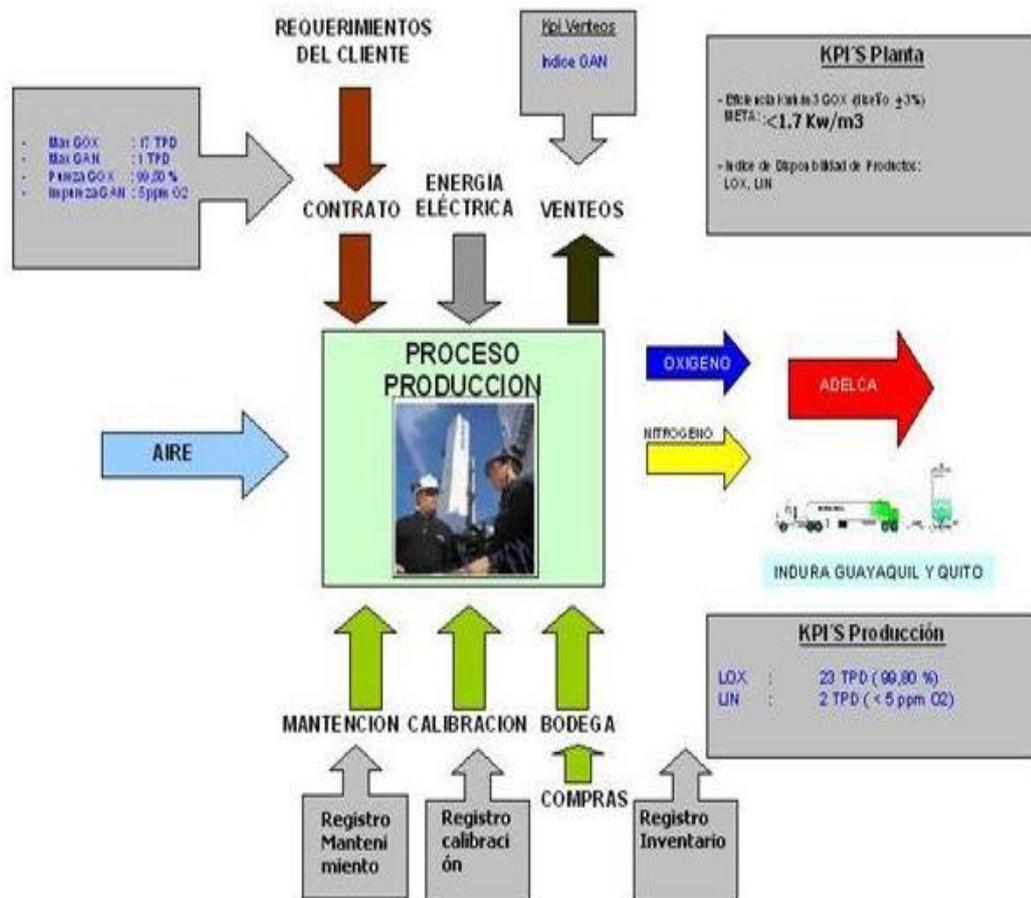


Gráfico 1: Mapa de Proceso Planta ASU

Fuente: Manual SHEQ

2.2.8. Diagramas de flujo

El diagrama de flujo es una visión gráfica de un proceso, facilita la comprensión integral del mismo y la detección de puntos de mejora, el diagrama de flujo se elabora al mismo tiempo que se realiza la descripción del proceso, con ello se facilita el trabajo de la comisión y la comprensión del proceso. Manual SHEQ, (2010).

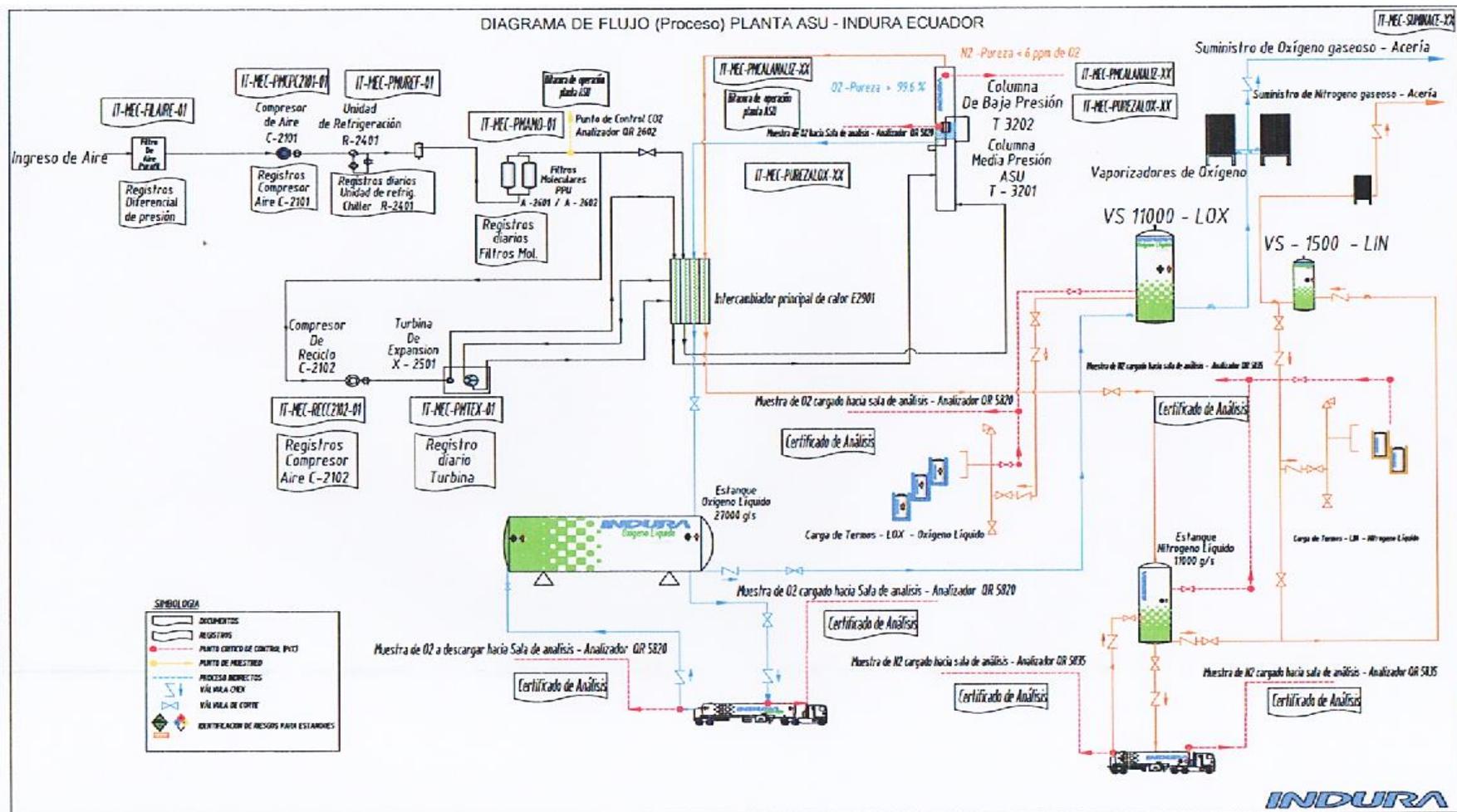


Gráfico 2: Diagrama de flujo Planta ASU
Fuente: Manual SHEQ

2.2.9. Gases Residuales

De acuerdo con (Mathew Thayer, 2010). Son todos los gases no procesados en las columnas de destilación, venteados a la atmósfera como resultado de la compensación de las nubes de gas para mantener los diferenciales de presión en la licuefacción criogénica, evitando la presurización del sistema.

2.2.10. Plantas Criogénicas ASU

Las Plantas Criogénicas Productoras de Gases del Aire (Planta ASU, sigla en inglés *Air Separation Unit*) utilizan el aire atmosférico como materia prima el cual debe estar libre de todo tipo de contaminantes gaseosos y material particulado.

La purificación del aire de la unidad de separación de aire ASU criogénica se realiza mediante los procesos de (adsorción por oscilación de presión) PSA o (adsorción por oscilación térmica) TSA, que extraen el agua, el CO₂, los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos. Las especificaciones iniciales de prepurificación desempeñan un papel fundamental en la estabilidad, la rentabilidad y la seguridad del proceso de creación de oxígeno. Por motivos de seguridad, es necesario que el C₂H₂, que presenta una baja solubilidad en el oxígeno líquido, se extraiga por completo de las corrientes de aire. Manual SHEQ, (2010).



Gráfico 3: Planta Criogénica ASU
Fuente: Manual SHEQ

2.2.11. Equipos para la producción criogénica.

Los equipos utilizados en las plantas criogénicas para satisfacer los requerimientos de frío, necesitan proveer de refrigeración, una parte de esta producción de frío es la obtenida mediante la expansión de cualquier válvula isoentálpica en donde es una combinación de expansión a través de una válvula reduciendo la temperatura, combinada con intercambio de calor para remover la entalpía.

El resto de la refrigeración es suministrada por el uso de una turbina de expansión, en esta máquina gas a alta presión (aire o nitrógeno) es expandido de manera que esta expansión produzca trabajo en el eje, esto extrae energía del gas y genera una gran reducción de la temperatura.

2.2.11.1. Filtros de Aire

Los filtros para el aire de entrada se instalan en la entrada del compresor de aire principal, tiene como función retirar el polvo y material particulado. En este filtro, el aire se hace pasar a través de una serie de rejillas y elementos filtrantes.

Proveen una gran área superficial para la retención de partículas, que mantienen la caída de presión a través del filtro tan baja como sea posible para ahorrar energía.

La eficiencia del filtro de aire se mide con base en:

- ✓ La caída de la presión a través del filtro
- ✓ El número de partículas arrastradas hacia el interior del compresor de aire
- ✓ Un filtro típico está especificado para un tamaño de partículas de 4 micrones con una eficiencia de un 99%.

Una caída alta de la presión puede ser ocasionada por:

- ✓ La presencia de nieve o neblina congelante en el filtro para la toma de aire.
- ✓ Obstrucción del filtro con polvo, partículas o desechos.

Los filtros de aire pueden llegar a obstruirse con el tiempo y deben ser reemplazados como parte de un programa rutinario de mantenimiento. El monitoreo de la presión diferencial a través del filtro es esencial.

El consumo de energía del compresor aumenta con el flujo y la relación de presiones, la relación de presiones es la presión de salida dividida por la presión de entrada, con las presiones expresadas en unidades absolutas, por ejemplo bares (ba).

Si la caída de presión en el filtro de aire aumenta, la presión de entrada disminuirá, la relación de presiones aumentara y el consumo de energía del compresor aumentará para mantener el mismo flujo.

Filtro para material particulado y componentes Azufrados

Este componente se instala en la succión del compresor principal de aire de alimentación a la planta, está compuesto por:

- ✓ Pre filtro que atrapa material particulado hasta 40 micrones.
- ✓ Filtro Químico para componentes Azufrados SOx.
- ✓ Filtro final para material particulado menor a 40 micrones.

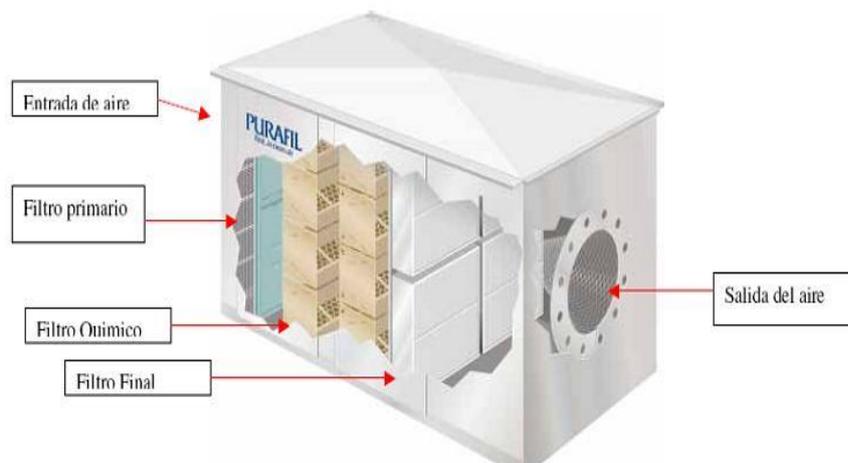


Gráfico 4: Filtro Principal de Plantas ASU
Fuente: Manual PURAFIL

2.2.11.2. Compresores

El proceso de compresión de un gas consiste en forzar a un número dado de moléculas a ocupar un volumen más pequeño.

Los procesos de compresión pueden ser adiabáticos, isotérmicos o politrópicos.

Compresión adiabática es aquella en donde no se pierde ni se agrega calor al proceso de compresión.

Compresión isotérmica es aquella donde el calor generado por la compresión es removido para mantener la temperatura del gas constante.

Compresión politrópica es aquella donde el gas que se ha comprimido, es enfriado, luego comprimido nuevamente. Politrópico quiere decir varias etapas de compresión.

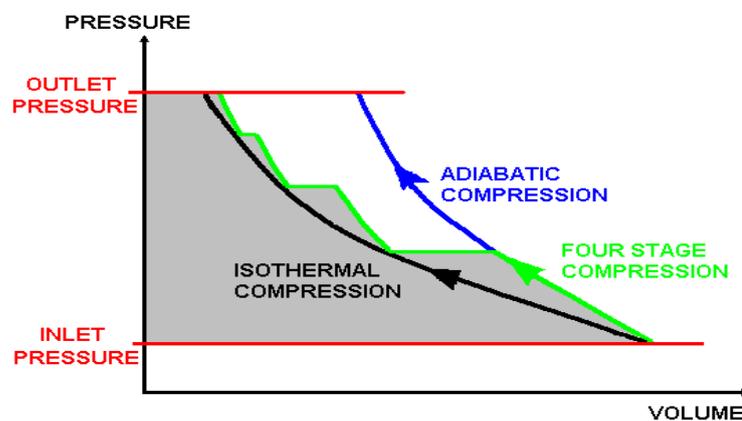


Gráfico 5: Representación termodinámica de compresión
Fuente: Manual JOY COMPRESOR

Más del 80% de los compresores utilizados para compresión de aire en plantas ASU son del tipo centrífugos.

El motivo es por la alta eficiencia, óptimo diseño de los impulsores para cada etapa, óptima selección de la velocidad de cada piñón y enfriamiento después de cada etapa de compresión.

Bajos costos operacionales como resultado de la alta eficiencia en la compresión y de la mínima mantención.

- ✓ Compresión libre de aceite
- ✓ Diseño compacto

Los compresores centrífugos por construcción deben bombear al menos entre un 70 y 80% de flujo nominal para el que están diseñados.

Si el consumo disminuye, su presión de descarga comienza a aumentar, llegando a un punto que se hace imposible para el compresor vencer esta presión, lo que hace que el aire se devuelva a través de la misma etapa de compresión, este fenómeno es conocido como Surge o inversión de flujo.

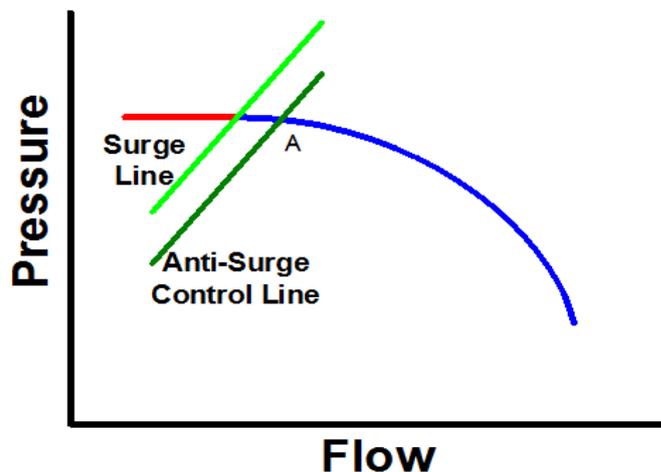


Gráfico 6: Representación curvatura Surge
Fuente: Manual JOY COMPRESOR

Para evitar la operación cerca de la zona de surge se selecciona un punto de operación suficientemente lejos de la curvatura de surge (usualmente 7 – 10%) y se establece ese punto como el punto de control de surge (A).

Se realiza esta operación a lo largo de la línea de surge formando una línea de control de anti-surge. JOY COMPRESOR Manual, (1998).

2.2.11.3. Unidad de Refrigeración.

Beneficios de pre-enfriar el aire antes del PPU.

El aire que sale del compresor está saturado con agua, el pre-enfriamiento reduce el contenido de agua en el aire antes que entre en el Filtro Molecular.

Reducir el agua en el aire que entra al PPU, reduce la cantidad de absorbente requerido para su remoción (Alúmina).

Una temperatura más baja en el aire que entra al PPU, reduce la cantidad de absorbente para remover el CO₂ (Molecular Sieve).

Una menor carga de material adsorbente, reduce la potencia requerida para su regeneración.

Beneficios del Pre-enfriamiento en la adsorción.

- ✓ Bajo costo en la utilización de adsorbente.
- ✓ La cantidad de adsorbente requerida es función del flujo de aire y de su temperatura.
- ✓ La potencia de regeneración es también reducida por el pre-enfriamiento.

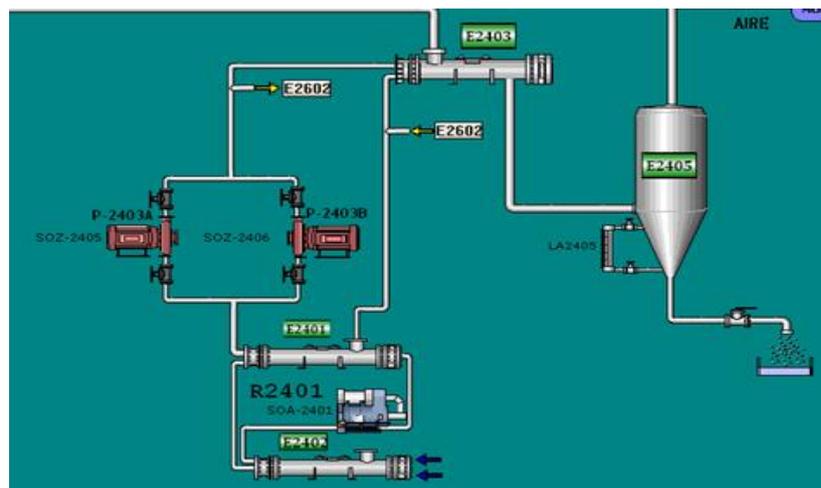


Gráfico 7: Unidad de Refrigeración

Fuente: Manual LUWA

2.2.11.4. Filtros Moleculares PPU Pre-Purification Unit

La unidad de pre purificación (PPU), también conocida como adsorvedores de Tamiz Molecular remueve del aire alimentador los siguientes compuestos:

- ✓ CO₂

- ✓ Agua
- ✓ Trazas de hidrocarburos

Si el agua y el CO₂ no son removidos, pueden congelar y obstruir la columna de destilación e intercambiadores de la ASU.

Si los hidrocarburos no son removidos, pueden acumularse dentro de la ASU y provocar una explosión.

El siguiente diagrama muestra la sección transversal de un lecho típico horizontal de capa dual de una PPU.

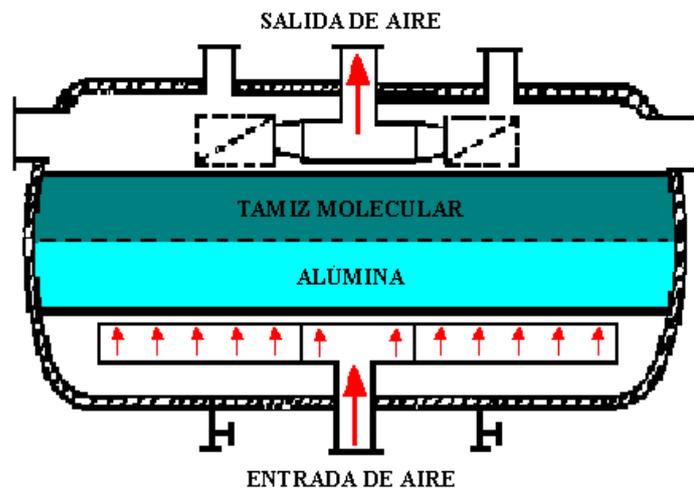


Gráfico 8: Filtros Moleculares PPU

Fuente: Manual LINDE-PPU

Los filtros moleculares tienen una capacidad finita de adsorción después de la cual es necesaria alguna forma de regeneración, de este modo solo puede lograrse una operación continua completa con dos unidades como mínimo, una adsorbiendo y la otra regenerándose.

El gas de regeneración puede calentarse por medio de:

- ✓ Un calefactor eléctrico.
- ✓ Intercambio de calor con gases calientes como el vapor.
- ✓ Un calefactor operado con GLP.

En todos los casos, el sistema de control de temperatura debe garantizar que el gas de regeneración sea:

Suficientemente caliente como para regenerar la PPU de manera efectiva, pero no demasiado caliente como para que se excedan las temperaturas de diseño de la PPU o de la tubería.

Los componentes menos fuertemente retenidos son aquellos que tienen mayor probabilidad de salir primero del filtro ejemplo:

- ✓ Metano
- ✓ Etano
- ✓ Propano
- ✓ Etileno
- ✓ Dióxido de carbono
- ✓ Acetileno
- ✓ Propileno
- ✓ Butano
- ✓ Hidrocarburos pesados
- ✓ Agua

Para una PPU, el primer componente en salir del filtro en caso de una operación inapropiada será el dióxido de carbono.

Al comienzo de la regeneración, justo cuando el frente de calor ingresa al filtro, se presenta una caída inmediata de la temperatura de salida del filtro, la cual puede descender hasta bajo cero.

Esto se debe a la desadsorción del agua y del CO₂ y se conoce como primera meseta. La primera meseta se observa generalmente justo después de que ha comenzado el proceso de regeneración. La temperatura de salida del filtro desciende hasta llegar a un valor muy bajo y con frecuencia se detectan temperaturas bajo cero.

Límites en concentraciones peak y promedios de CO₂.

El aumento desde cero a una concentración de ruptura (*breakthrough*) ocurre en aproximadamente la última hora del ciclo de una TSA. Concentraciones de *breakthrough* de 100 ppb tiene un promedio de menos de 10 ppb por ciclo. Los

valores máximos permitidos van a depender del tipo de proceso ASU, siendo normal encontrar los siguientes valores:

- ✓ CO₂ en operación normal: menos de 0.1 ppm
- ✓ Nivel de alarma: 0.5 ppm
- ✓ Nivel de Trip de planta: 2 ppm

El valor peak es importante en plantas con sistemas de bombeo interno de LOX para producir GOX, mientras que el valor promedio es importante para plantas que producen GOX a baja presión con baja producción de LOX.

Despresurización:

- ✓ Debe ser controlada.
- ✓ Alto DP puede dañar la estructura y/o la malla de soporte.
- ✓ Si hay sospechas, verificar la presencia de material adsorbente en drenajes y/o filtros.

Calentamiento:

- ✓ El calentamiento comienza inmediatamente debe tener entre 150 a 200 °C a la entrada a la cama.
- ✓ El calentamiento dura alrededor de 1/3 del ciclo.
- ✓ La temperatura de salida de la cama aumenta ligeramente y estará bajo la temperatura de entrada cuando el calefactor sea apagado.

Enfriamiento:

- ✓ La temperatura de salida de la cama continuará subiendo, el pulso térmico del calefactor viaja a través de la cama lentamente.
- ✓ La temperatura de salida inicial del período de des adsorción del CO₂ es cercana a los 40 °C.
- ✓ La temperatura se incrementa durante la des adsorción del CO₂ hasta el peak que es alcanzado alrededor de los 110 a 120 °C, punto en el cual el pulso de calor comienza a salir.

- ✓ Insuficiente enfriamiento deja calor en la cama y ocasiona golpes de calor hacia la ASU cuando la cama es puesta en servicio.

Presurización:

- ✓ Toma aire adicional desde el compresor de aire, el controlador de flujo de aire al Cold Box debe incrementar el flujo total de aire.
- ✓ Puede reducir la alimentación al Cold Box, especialmente durante días calurosos, puede inestabilizar las condiciones de la columna de destilación.
- ✓ Importante extender este período a un tiempo razonable (al menos media hora), una presurización muy rápida puede causar fluidización de la cama.
- ✓ No abrir la válvula de entrada de aire a la cama hasta que la presión de dicha cama no esté más separada que 5 psi de la presión de alimentación. Manual LINDE-PPU, (1996).

2.2.11.5. Turbina de expansión

Las turbinas son usadas para proveer refrigeración en licuadores (NLU) y plantas ASU.



Gráfico 9: Turbinas de expansión
Fuente: Manual ATLAS COPCO – Gas Turbine

Componentes principales:

- ✓ Entrada al expansor - Considerando pérdidas de aislación y velocidad.
- ✓ Nozzles – Control de flujo variable pero se debe tener cuidado con la erosión.
- ✓ Wheel – Energía cinética cambiada a energía mecánica o potencia en el eje.

El gas a alta presión y temperatura entra en el nozzle de entrada y se acelera, reduciendo la presión y causando un cambio de entalpía.

El gas luego fluye hacia el Wheel, el que altera el momento angular del gas, causando un cambio de entalpía adicional.

Como el gas se expande, este provee energía para hacer rotar el Wheel y sale de la máquina a velocidad, presión y temperatura reducida por ende con menor entalpía.

La caída de entalpía a través de las máquinas es convertida en trabajo mecánico en el eje, el cual puede ser absorbido por un freno o un dispositivo de carga (freno hidráulico, generador o booster).

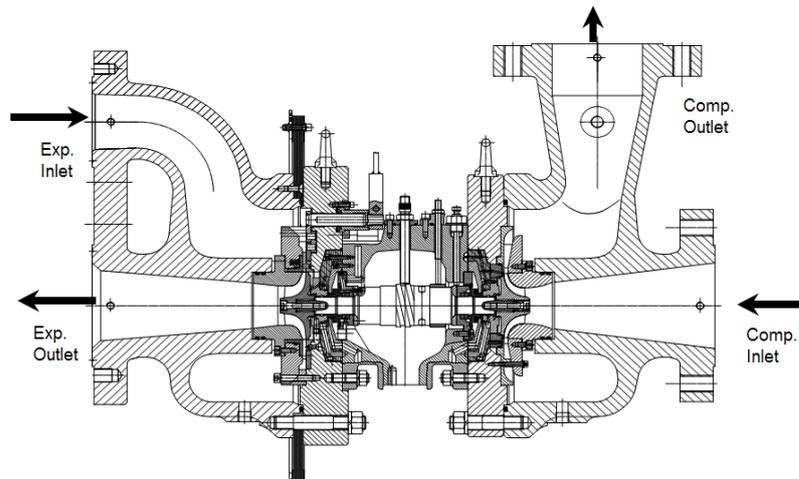


Gráfico 10: Turbina Atlas Copco
Fuente: Manual ATLAS COPCO – Gas Turbine

¿Por qué es necesario el sello de gas en las turbinas de expansión?

- ✓ Para impedir arrastre de frío (es decir, migración de frío desde el proceso por el eje).
- ✓ Para impedir que el gas de proceso se vaya hacia el sistema de aceite, vía los descansos.
- ✓ Para impedir el ingreso de humedad atmosférica hacia los sellos y que esta se congele.

¿Cómo trabajan los sellos?

- ✓ Los sellos tipo laberinto son los más comúnmente utilizados.
 - ✓ Ellos trabajan inyectando gas de sello (CDA o N₂) hacia el proceso y hacia el aceite.
 - ✓ Los dientes del laberinto reducen la presión del gas de proceso forzándolo a tomar un tortuoso camino cuando este trata de pasar a través del sello.
 - ✓ Un venteo a la atmósfera separa el sello desde el retorno de aceite al carter.
- Manual ATLAS COPCO – Gas Turbine, (1999).

2.2.11.6. Columna de destilación

¿Qué es la destilación?

Es un método de separación de mezclas líquidas basado en los diferentes puntos de ebullición de los componentes.

Es el proceso de separación más ampliamente usado en la industria de procesos químicos.

Cuenta por alrededor del 3% del uso de la energía mundial.

Es una tecnología madura pero, debido a su escala cualquier mejora incremental es muy valorada. Manual LINDE Plantas Criogénicas, (1999).

Columnas de Alta Presión

El aire cerca o en su punto de dew point entra a la columna de alta presión, donde es separado en nitrógeno y un líquido enriquecido en oxígeno.

De 20 a 50 etapas son usadas en una planta ASU.

La pureza de nitrógeno más alta se logra cuando no se retira producto (todo el producto en el tope es recirculado en la misma columna).

Para una alimentación constante de aire, la pureza del nitrógeno disminuye al producirse un incremento en el producto (N₂) retirado.

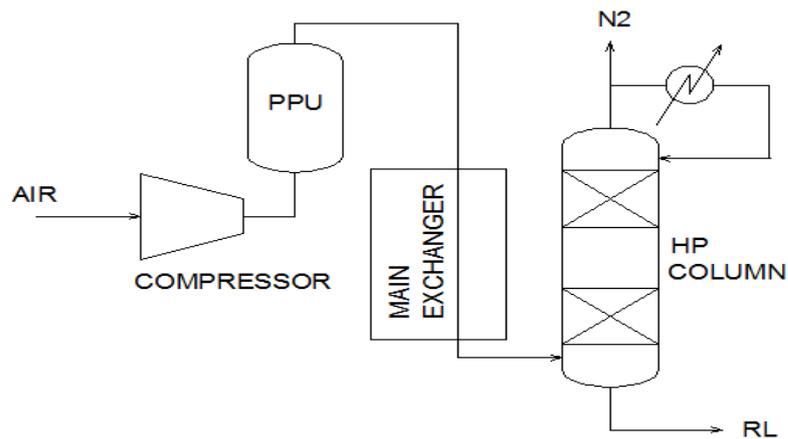


Gráfico 11: Columnas de alta presión
Fuente: Manual LINDE

Columnas de Baja Presión.

En este tipo de columnas se obtiene una pureza más alta de oxígeno, cuando la sección inferior de la columna es totalmente recirculada (no se extrae producto).

El incremento en la alimentación y tasa de ebullición resultarán en una mejor pureza del oxígeno.

Un incremento en el flujo permite mejorar la recuperación del oxígeno y la pureza del nitrógeno, solo hasta un determinado punto.

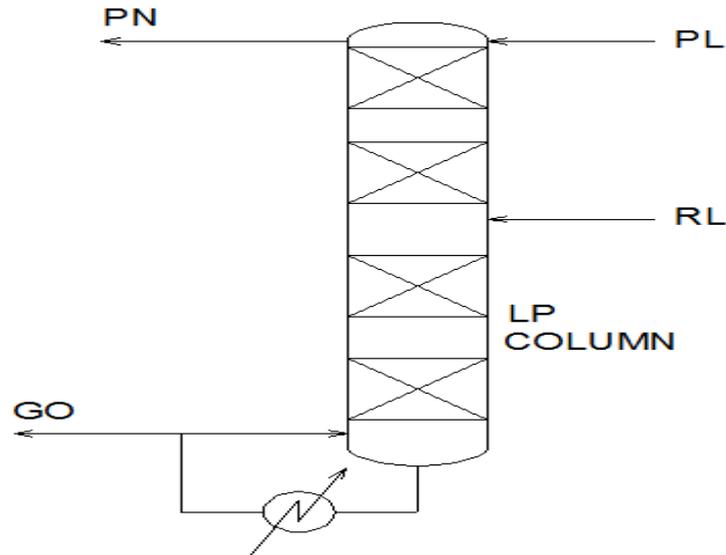


Gráfico 12: Columnas de baja presión
Fuente: Manual LINDE

Bandejas.

El vapor es forzado a través del líquido, fluyendo a través de una bandeja perforada, creando una espuma.

Permite que el gas alimentador se eleve y el reflujo de líquido descienda.

En cada etapa:

La composición del gas es más rica en el componente más liviano (nitrógeno).

La composición del gas se vuelve más pobre en los componentes más pesados (oxígeno/argón).

La composición del líquido se vuelve más rica en el oxígeno/argón.

Resultado final:

Nitrógeno gaseoso puro en la parte superior.

Mezcla de argón/oxígeno líquido en el fondo.

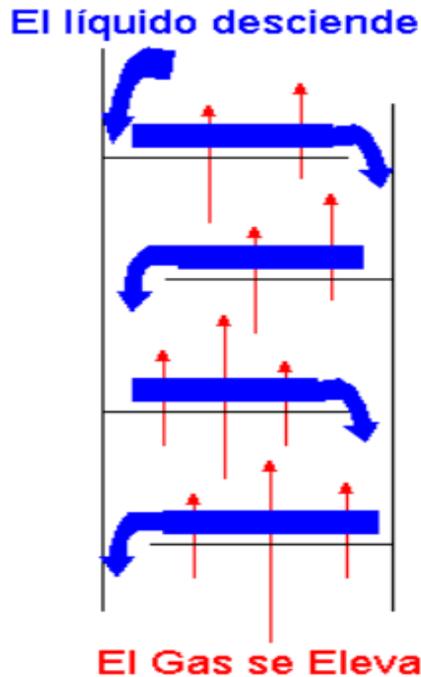


Gráfico 13: Bandejas de destilación
Fuente: Manual LINDE

Diferencias entre las columnas con bandejas y columnas empacadas.

Columnas con bandejas:

- ✓ Más cortas y más anchas
- ✓ Rango limitado de turndown
- ✓ Relativamente alta caída de presión
- ✓ Alimentaciones y drenajes pueden fácilmente ser acomodados
- ✓ Fabricación más compleja y en mayor tiempo

Columnas empacadas:

- ✓ Más alta y más delgada
- ✓ Amplio rango de turndown
- ✓ Baja caída de presión
- ✓ Para la instalación de alimentaciones y drenajes se requiere aumentar significativamente la altura de la columna
- ✓ Fabricación más simple, puede ser fácilmente externalizada

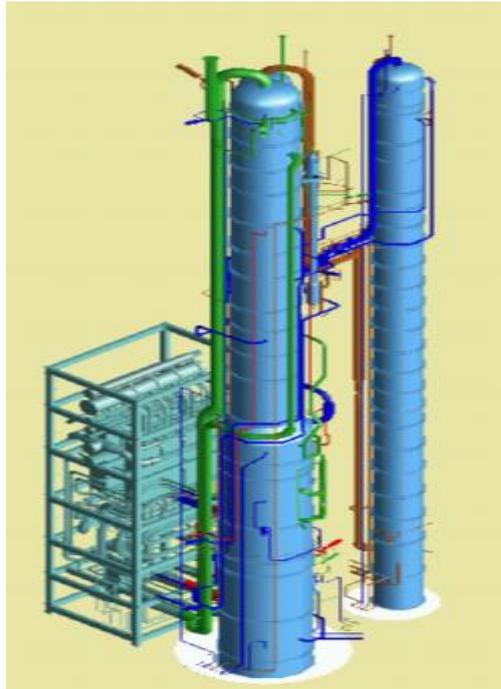


Gráfico 14: Columnas de destilación
Fuente: Manual LINDE

2.2.11.7. Reboiler

El condensador de Oxígeno o Reboiler, es un condensador/rehervidor ubicado entre las columnas de alta y baja presión, sus funciones son:

Rehervir el oxígeno líquido proveniente de la columna baja presión.

Condensar el vapor de nitrógeno que está dentro de la columna de alta presión.

El nitrógeno líquido que sale de los bloques del intercambiador pasa directamente a la columna de alta presión.

El condensador está conformado por varios bloques de intercambiadores de placas aletadas con núcleos abiertos y compactos sobre la columna de baja presión. Los núcleos compactos están conectados a un tubo externo que va hacia la tubería del oxígeno líquido.

Normalmente, la temperatura de ebullición de nitrógeno es menor que la del oxígeno, por lo tanto no sería posible licuar nitrógeno utilizando oxígeno líquido.

La diferencia de presiones entre las dos columnas aumenta la temperatura de ebullición del oxígeno líquido y crea una diferencia de temperaturas para que el

intercambiador de calor pueda funcionar. Manual LINDE Plantas Criogénicas, (1999).

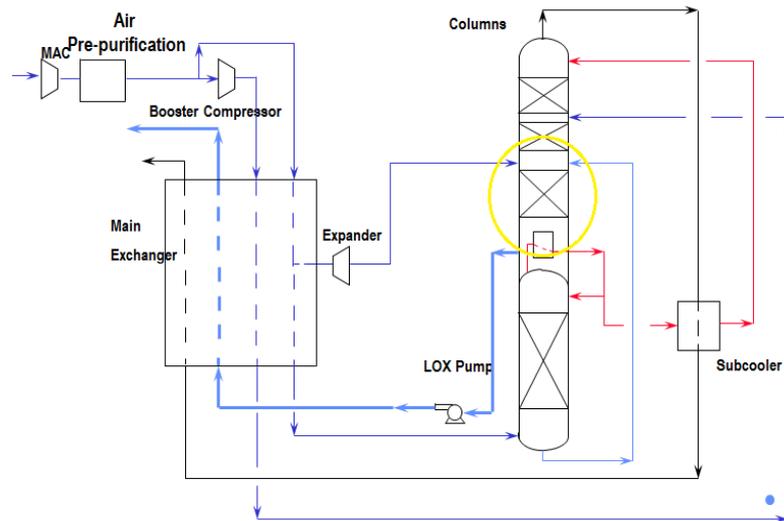


Gráfico 15: Reboiler
Fuente: Manual LINDE

2.2.11.8. Propiedades del aire y sus componentes

El Aire es una mezcla uniforme de gases formado principalmente de Oxígeno y Nitrógeno, junto con otras cantidades menores de otros elementos, tales como Argón, Neón y Dióxido de Carbono.

El Aire es incoloro e inodoro a temperaturas y presiones atmosféricas, y debe ser enfriado a temperaturas muy bajas antes de que este condense a su fase líquida. Tiene relativamente un bajo punto de ebullición normal -194°C a presión atmosférica, pero se licuará a temperaturas más altas cuando la presión a la que se encuentre sea más alta, por ejemplo a -172°C a 5 bares. Manual de Gases INDURA, (2010).

A presión atmosférica:

- ✓ Punto de burbujeo -194°C
- ✓ Densidad del gas a 15°C 1.225 kg/m^3

Composición del Aire:

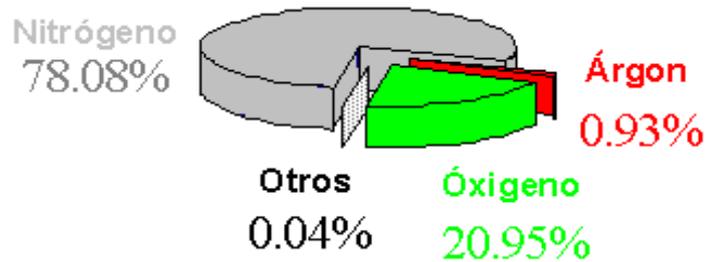


Gráfico 16: Composición del aire
Fuente: Manual de Gases Indura

2.2.12. Propiedades del Oxígeno y sus aplicaciones

Propiedades Generales:

- ✓ Más pesado que el aire
- ✓ Paramagnético
- ✓ Líquido es ligeramente celeste
- ✓ Permite la combustión y la vida
- ✓ Se usa para blanqueo químico y como agente de oxidación

Propiedades del Oxígeno:

A presión atmosférica

- ✓ Punto de ebullición -183 °C
- ✓ Punto de congelación -218 °C

Densidad:

- ✓ Gas a 15 °C 1.354 kg/m³
- ✓ Líquido 1139 kg/m³

Aplicaciones del Oxígeno

- ✓ Fundiciones de cobre y acero
- ✓ Soporte a la vida (mezclas para respiración)

- ✓ Fermentación extendida
- ✓ Oxidación de gas combustible
- ✓ Soldadura y Oxicorte
- ✓ Mezclas para combustible de cohetes
- ✓ Oxigenación del agua para cursos de agua plantas de tratamiento de efluentes
- ✓ Enriquecimiento de atmósferas de combustión en hornos para fabricación de vidrio
- ✓ Control de olores
- ✓ Fermentación de Té
- ✓ Blanqueo de pulpa y papel

2.2.13. Propiedades del Nitrógeno y sus aplicaciones

Propiedades del Nitrógeno:

A presión atmosférica:

- ✓ Punto de ebullición -196 °C
- ✓ Punto de congelación -210 °C

Densidad:

- ✓ Gas a 15 °C 1.185 kg/m³
- ✓ Líquido 810 kg/m³

Propiedades generales:

- ✓ Relativamente inerte y no combustible
- ✓ Ligeramente más liviano que el aire
- ✓ No paramagnético

- ✓ Es un líquido incoloro
- ✓ Asfixiante

Aplicaciones del Nitrógeno

- ✓ Desplazamiento de gas y vapor para supresión de fuegos y explosiones.
- ✓ Atmósferas inertes para estanques y purgas de líneas, para electrónica, química, fabricación de acero y vidrio.
- ✓ Atmósferas controladas para tratamientos térmicos y envasado de comidas.
- ✓ Congelación, enfriamiento y transporte de comidas.
- ✓ Contracción de metales
- ✓ Recuperación de solventes

2.2.14. Términos y definiciones

ASU: Air Separation Unit (Unidades de separación de aire) por licuefacción y destilación criogénica.

Criogénica: Es el conjunto de técnicas utilizadas para enfriar un material a la temperatura de ebullición del nitrógeno $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ o a temperaturas aún más bajas.

Efectividad: Capacidad o facultad para lograr un objetivo o fin deseado que se han definido previamente y para el cual se han desplegado acciones estratégicas para llegar a él.

Eficacia: Es la capacidad de alcanzar el efecto que espera o se desea tras la realización de una acción.

Eficiencia: Es el logro de resultados deseados en el menor tiempo posible y con la menor cantidad de recursos posibles para llevarlo a cabo.

GAN: Designación para el nitrógeno en estado gaseoso.

GOX: Designación para el oxígeno en estado gaseoso.

Licuefacción de gases: Es el cambio de estado que ocurre cuando una sustancia pasa del estado gaseoso al líquido, por el aumento de presión (compresión

isotérmica) y la disminución de la temperatura (expansión adiabática), llegando a una sobrepresión elevada.

LIN: Nitrógeno en estado líquido a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$.

LOX: Oxígeno en estado líquido a $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Proceso: Conjunto de actividades mutuamente relacionadas que al interactuar transforman elementos de entrada y los convierten en resultados.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La modalidad que se utilizó en esta investigación consiste en la modalidad de campo y bibliográfica.

Modalidad de Campo

Este tipo de investigación consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos sin manipular o controlar variable alguna. Tamayo y Tamayo, (2003).

La investigación se llevó a cabo en la planta ASU, en donde se monitorea el proceso de funcionamiento, la producción diaria mediante indicadores de eficiencia, informes de producción diaria, registros de parámetros operacionales que permitieron determinar procedimientos para la mejora de la producción y eficiencia de la planta.

Modalidad Bibliográfica

Su finalidad es recolectar la información a partir de documentos escritos y no escritos susceptibles a ser analizados. Chávez, (2007).

La ejecución del proyecto se llevó a cabo mediante la información obtenida de bibliografías, manuales de operación de los equipos, instructivos de los fabricantes que facilitaron determinar criterios para formular nuevos procedimientos operacionales.

3.2. FORMA

Investigación Aplicada

En la presente investigación se inclina por la forma aplicada porque recopila la información de las bitácoras de operación, registros e indicadores productivos que permitirán mejorar la productividad en beneficio de la planta ASU.

3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para el presente proyecto llevado a cabo se utilizó la investigación descriptiva,

Investigación descriptiva

Los estudios descriptivos consisten en la caracterización de un hecho, fenómeno o grupo con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Chávez, (2007)

Se busca fundamentalmente mediante registros existentes y la experiencia de los operadores, definir los nuevos procedimientos operacionales para mejorar la productividad.

3.4. METODOLOGÍA

El tipo de metodología utilizada en esta investigación consiste en la metodología no experimental, ya que no se manipula deliberadamente las variables, se basa fundamentalmente en “la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para analizarlos con posteridad”. Kerlinger, (1979).

Mediante el análisis de registros e indicadores está sustentada esta investigación ya que se la realiza sin manipular deliberadamente las variables y se observan las situaciones existentes en el área de estudio.

3.5. UNIDAD DE ESTUDIO

La población es el conjunto de individuos, objetos, elementos o fenómenos en los cuales pueden presentarse determinadas características susceptibles de ser estudiadas. Pineda Alvarado, (1994).

En la presente investigación, la población a estudiar está formada por la planta ASU de la empresa INDURA ECUADOR.

3.6. MÉTODOS Y TÉCNICAS A SER EMPLEADAS

Las técnicas utilizadas en esta investigación consisten en la observación y la revisión documental.

La observación:

Es aquella en que el investigador observa directamente los casos o individuos en los cuales se produce el fenómeno. Hernández y Cortés, (1982).

Mediante el uso de esta técnica se obtuvo datos y registros para la investigación, de esta manera se estableció procedimientos muchos más prácticos para la operación y control de la planta.

La revisión documental:

A través de la revisión documental de la información existente en las bitácoras de operación y control, registros de mantenimientos y registros de productividad se facilitó la determinación de nuevos parámetros para mejorar la eficiencia operacional en la planta ASU.

3.7. HIPÓTESIS

La falta de una evaluación de la eficiencia del sistema productivo, conlleva a la inadecuada operación de los procedimientos causantes de la pérdida del oxígeno residual en la planta ASU de la empresa Indura Ecuador.

3.8. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 1: Operacionalización Variable Independiente

| VARIABLE INDEPENDIENTE: SISTEMA PRODUCTIVO | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Concepto | Categoría | Indicadores | Índice o unidad de medida | Técnicas | Instrumentos |
| Conjunto de partes interrelacionadas que existen para alcanzar un determinado objetivo. “Estos sistemas son los responsables de la producción de bienes y servicios en las organizaciones” (Nebel, 2013) | Gestión | Operación y Control de planta | KW, PSI, Pascales, bares, milibares, °C | Observación Medición, análisis documental | Instructivos de operación, Registros Bitácoras de operación |
| | | Programación de producción LOX | m3 - Kg - Ton | Medición, análisis documental | Registros Informes diarios de Producción Sistema SAP |
| | | Programación de producción LIN | m3 - Kg - Ton | Medición, análisis documental | Registros Informes diarios de Producción Sistema SAP |
| | | Despachos LOX y LIN | Ton | Medición, análisis documental | Registros Informes diarios de Producción Sistema SAP |
| | | Costo de producción | USD | Medición, análisis documental | Registro Resumen General de Producción Sistema SAP |
| | | Control de producción | Ton, m3, KW, %, ppm | Medición, análisis documental | Registros Informes diarios de Producción |
| | | Consumo LOX y LIN | Ton | Medición, análisis documental | Registros Informes diarios de Producción Sistema SAP |

Elaborado por: Raúl Andrango (2015)

Tabla 2: Operacionalización Variable Dependiente

| VARIABLE DEPENDIENTE: PÉRDIDA DEL OXÍGENO RESIDUAL | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------|----------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------|
| Concepto | Categoría | Indicadores | Índice o unidad de medida | Técnicas | Instrumentos |
| <p>“Es el gas no procesado en la columna de destilación, venteado a la atmósfera como resultado de la compensación de las nubes de gas para mantener los diferenciales de presión en la licuefacción criogénica, evitando la presurización del sistema”. (Mathew Thayer, 2010).</p> | Operación | Disponibilidad de Operación | Porcentaje de 0 al 100% | Medición, análisis documental | Registro Resumen General de Producción |
| | | Eficiencia planta ASU | KW/m3 Porcentaje de 0 al 2% | Medición, análisis documental | Registro Resumen General de Producción |
| | | Variación de Producción | Porcentaje de 0 al 100% | Medición, análisis documental | Registro Resumen General de Producción |

Elaborado por: Raúl Andrango (2015)

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1.1. Variable Sistema Productivo

Se llevó a cabo la evaluación de la situación actual en la Planta ASU, identificando los indicadores que intervienen en el Sistema Productivo a través de la aplicación de los instrumentos utilizados para la recolección de datos.

4.1.1.1. Indicador Operación y Control de la Planta ASU

Tabla 3: Diagnóstico etapas filtración de aire, compresor de aire, unidad de refrigeración

| | Parámetros operacionales | Problema Identificado |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (1) ETAPA Filtración del Aire de Ingreso | Filtros PP-30 retiene polvo y partículas mayores 90 micras Filtros PK-12 retiene partículas sulfatadas con hidrocarburos del ambiente Filtros JLF-90 retiene micro partículas hasta 6 micras | Cuando el diferencial de presión llega a 400 Pa, los filtros se saturan ocasionando obstrucción en el ingreso de flujo de aire hacia el sistema, originando caídas de presión, el compresor C2101 incrementa su amperaje |
| (2) ETAPA Compresor de Aire | Flujo de trabajo: 3900 – 4000 m ³ /h Presión de trabajo: 73 psi Presión de aceite: 30 psi Temperatura entrada agua: 15 – 28 °C Presión agua de enfriamiento: 30 – 38 psi Temperatura aire salida: 30 – 45 °C Corriente: 164 – 195 Amp | El diseño del compresor no permite el arranque del equipo al estar inactivados los estados permisivos, la mala operación por altas temperaturas, sobre presión y altas vibraciones desgastan el sello del laberinto que permite el sellado del sistema de lubricación para impedir el contacto del producto con aceite durante el proceso |

Continuación.

| | | |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (3) ETAPA Unidad de refrigeración | Entrada temperatura de aire: 45 °C Salida temperatura de aire: 12 °C Presión de agua refrigerada: 1,5 – 2,7 bar Corriente: 0 – 35 Amp | Presencia de humedad resta de eficiencia en el secado del aire del proceso incremento de las impurezas de CO ₂ , |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Elaborado por: Raúl Andrango (2015)

Tabla 4: Diagnóstico etapas filtros moleculares, compresor de reciclo, booster

| | Parámetros operacionales | Problema Identificado |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (4) ETAPA Filtros Moleculares PPU | Presión de trabajo: 0 – 5,0 bar Presión de instrumentación: 4,5 – 5 bar Flujo de regeneración: 800 >1000 m ³ /h Ppm de CO ₂ en aire: 0 – 2ppm | Incremento de impurezas de CO ₂ , presentes en el aire, accionamiento de la alarma al detectar valores de 1 ppm de CO ₂ y activa la detención automática de la planta ante el incremento de 2 ppm, por saturación de los filtros |
| (5) ETAPA Compresor de reciclo | Flujo de trabajo: 8,500 – 1000 m ³ /h Presión de trabajo: 260 – 276 psi Presión de aceite: 15 – 32 psi Temperatura aire salida: 30 - 45° C Corriente: 164 -196 Amp | El diseño del compresor no permite el arranque del equipo al estar inactivados los estados permisivos, la mala operación por altas temperaturas, sobre presión y altas vibraciones desgastan el sello del laberinto que permite el sellado del sistema de lubricación para impedir el contacto del producto con aceite durante el proceso |
| (6) ETAPA Booster | Flujo de entrada: 8,500 – 1000 m ³ /h Presión de entrada: 18 – 19,5 bar Presión de Salida 23 – 25 bar | No se considera tomar medidas de control porque no hay afectación directa al equipo. |

Elaborado por: Raúl Andrango (2015)

Tabla 5: Diagnóstico etapas turbina, columna de destilación

| | Parámetros operacionales | Problema Identificado |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (7) ETAPA Turbina | Temperatura entrada: -110 °C Temperatura salida: -160 °C Presiones de trabajo Entrada: 25 bar Salida: 5 bar Gup Pressure: 10,5 – 11,5 bar Velocidad: 26,500 – 28000 RPM Presión de aceite: 2,2 – 2,8 bar | Mala operación del equipo por falta de instructivos: Baja presión del sistema hidráulico Gup Pressure fuera de parámetro, pérdida del sello de gas Presión de entrada y salida de la turbina fuera de parámetros Sobre revoluciones > 28000 RPM Temperaturas de operación fuera de parámetros |
| (8) ETAPA Columna T3201/3202 | Nivel de crudo media presión: 80% Nivel de Lox en condensador: 60% HC 3201 V/V de expansión: 35% HC 3211 V/V de N2 de recirculación: 47 – 51% HC 3207 V/V de N2 producción: depende producción Pureza de Oxígeno de producción: 99,6 – 100% Pureza de Nitrógeno de producción: 0 – 6 ppm Presión columna alta presión: 4,5 – 5 bar Presión diferencial columna alta presión: 0,45 – 0,8 bar Presión diferencial columna baja presión: 200 – 365 mbar | Desviación de la producción y purezas establecidas por: Activación de alarma de seguridad parada de la planta Cambios de seteos de producción Contaminación de LOX y LIN Sobre presión en la columna Pérdida de temperaturas de licuefacción Venteos a la atmósfera |

Elaborado por: Raúl Andrango (2015)

Las tablas muestran los problemas identificados en cada etapa del proceso operacional, así como los rangos operacionales determinados por el fabricante,

cabe mencionar que estos parámetros se utilizaron para la operación inicial y no se ha realizado una actualización de los mismos.

Muchos equipos se han modificado mediante su proceso de mantenimiento u overhaul cuya operación se lo ha venido realizando en base a la experiencia del personal de operaciones.

La desactualización y falta de instructivos de trabajo ocasionan que el personal de operaciones no estandaricen o tengan claro los procedimientos para una producción eficiente, en muchos casos se ha comprometido la producción del día por una falla técnica en el proceso criogénico.

4.1.1.2. Indicador Producción y Despachos de LOX y LIN

La producción de la planta criogénica es de 25 Ton/día distribuidas en LOX y LIN según los requerimientos de consumo y despachos programados semanal o mensual, hacia los clientes internos como externos, en coordinación con la Gerencia de Operaciones se realiza los cambios y seteos de producción.

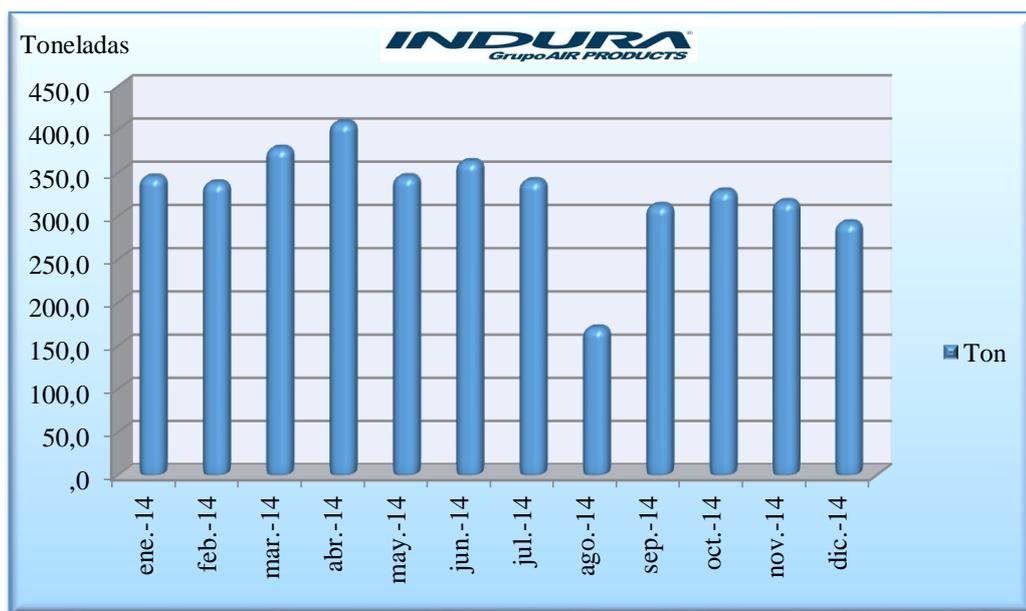


Gráfico 17: Producción LOX
Elaborado por: Raúl Andrango (2015)

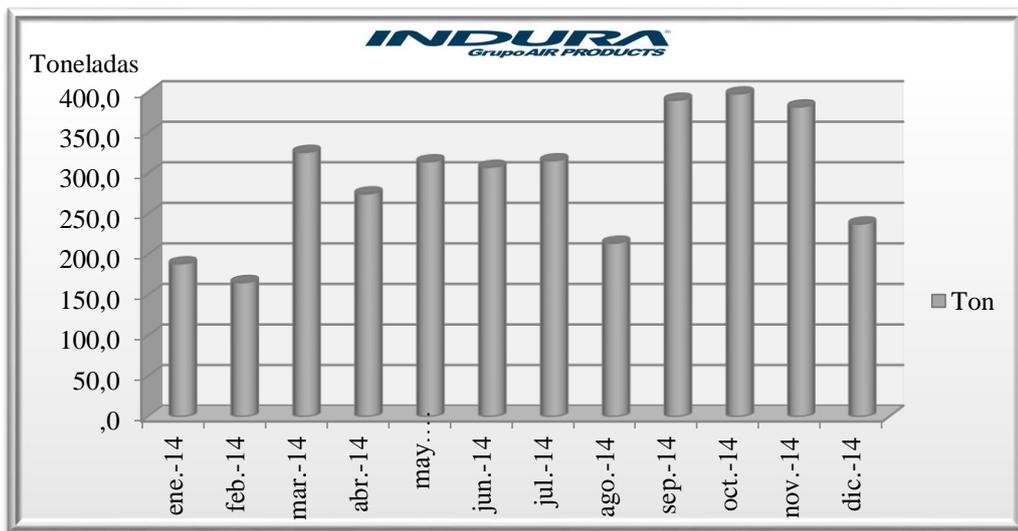


Gráfico 18: Producción LIN
Elaborado por: Raúl Andrango (2015)

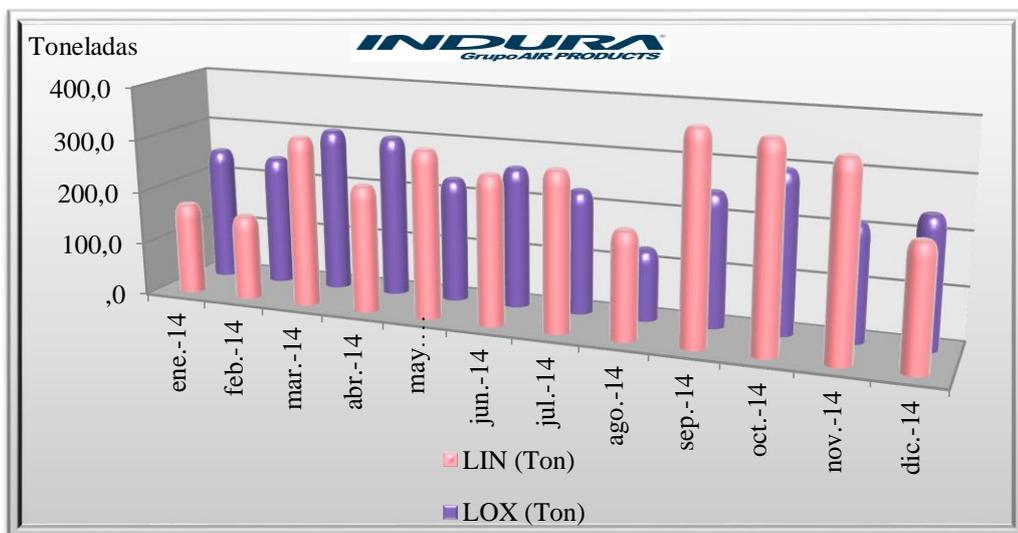


Gráfico 19: Despachos Planta ASU
Elaborado por: Raúl Andrango (2015)

En el gráfico se presenta un control estadístico del año 2014 donde se da un seguimiento de la producción mensual de los dos productos LOX Y LIN apreciando el incremento de la demanda por el nitrógeno que conlleva a realizar cambios de producción en la planta ASU, tomando en cuenta que para producir más nitrógeno se incrementa el desperdicio de oxígeno al ser venteado para mantener las condiciones operacionales en la torre de destilación, cuyo gas residual resta eficiencia a la planta por no ser procesado adecuadamente.

Tabla 6: Programa de carga de líquidos criogénicos Planta ASU

| PROGRAMA DE CARGAS DE LÍQUIDOS | | | | |
|---------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| FECHA DE CARGA | PRODUCTO | DESTINO | HORA DE CARGA | CANTIDAD (Ton) |
| 07.06 | LOX | P. UIO | 8:00 | 18 |
| 08.06 | LIN | INATRA /OMARSA | 18:00 | 24 |
| 09.06 | LOX | FUNDAMETZ / P. GYE | 6:00 | 20 |
| 10.06 | LOX | H. V. CORAL /IESS LOJA /H. T. DAVILA / P. GYE | 14:00 | 24 |
| 10.06 | LIN | AZENDE GYE /OMARSA | 17:00 | 24 |
| 12.06 | LIN | AZENDE GYE /OMARSA | 18:00 | 24 |
| 13.06 | LOX | C. PANAMERICANA / H. L. VERNAZA / P. GYE | 10:00 | 24 |

Fuente: Gerencia de Operaciones (2015)

4.1.1.3. Indicador Costo de Producción

La producción es monitoreada mediante un resumen mensual y anual, tomando en cuenta, los días productivos, eficiencia, energía consumida, suministros y despachos.

Esta herramienta permite elaborar un plan de seguimiento operacional que comprende:

- ✓ Calibraciones
- ✓ Mantenimiento de equipos
- ✓ Overhaules

Tabla 7: Resumen de producción

| 2014 | PRODUCCION | | | promedio m3/día | días productivos | días improductivos |
|---------|------------|-----------|-------------|-----------------|------------------|--------------------|
| | LOX (Ton) | LIN (Ton) | TOTAL (Ton) | | | |
| ENERO | 347,764 | 188,871 | 536,635 | 18919,39 | 22 | 9 |
| FEBRERO | 337,973 | 165,792 | 503,765 | 17705,43 | 22 | 6 |
| MARZO | 378,038 | 326,22 | 704,258 | 19120,41 | 29 | 2 |
| ABRIL | 407,5713 | 275,02 | 682,5913 | 18382,66 | 29 | 1 |
| MAYO | 345,21 | 314,64 | 659,85 | 17947,40 | 29 | 2 |
| JUNIO | 362,569 | 307,839 | 670,408 | 18510,74 | 29 | 1 |
| JULIO | 340,547 | 315,887 | 656,434 | 18010,56 | 28 | 3 |
| AGOSTO | 170,305 | 214,21899 | 384,52399 | 18010,56 | 17 | 14 |

| | | | | | | |
|------------|---------|---------|---------|----------|----|---|
| SEPTIEMBRE | 311,941 | 390,587 | 702,528 | 18666,47 | 30 | 0 |
| OCTUBRE | 328,594 | 398,283 | 726,877 | 18670,57 | 31 | 0 |
| NOVIEMBRE | 316,384 | 382,234 | 698,618 | 18919,27 | 29 | 1 |
| DICIEMBRE | 291,744 | 237,929 | 529,673 | 18920,55 | 22 | 9 |

| | | | | | | |
|-------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------|-----------|
| TOTAL | 3938,64 | 3517,52 | 7456,16 | 18482,00 | 26,39 | 48 |
|-------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------|-----------|

Elaborado por: Raúl Andrango (2015)

Tabla 8: Costo de Producción (Ton/mes)

| 2014 | EFICIENCIA | ENERGIA | COSTO UNIT | COSTO PRODUCCIÓN |
|------------|------------|-----------|------------|------------------|
| MES | Kw/m3 | Kw (mes) | USD (Kw) | USD |
| ENERO | 1,89 | 619073,62 | 0,0623 | 38541,07 |
| FEBRERO | 1,76 | 546308,59 | 0,0627 | 34277,26 |
| MARZO | 1,53 | 752181,93 | 0,0607 | 45676,74 |
| ABRIL | 1,53 | 644791,99 | 0,0609 | 39285,88 |
| MAYO | 1,56 | 669239,27 | 0,0825 | 55234,59 |
| JUNIO | 1,50 | 636259,48 | 0,0821 | 52250,49 |
| JULIO | 1,51 | 627395,91 | 0,0828 | 51932,66 |
| AGOSTO | 1,52 | 401147,20 | 0,0830 | 33302,79 |
| SEPTIEMBRE | 1,46 | 741876,30 | 0,0823 | 61063,31 |
| OCTUBRE | 1,47 | 790873,81 | 0,0818 | 64678,27 |
| NOVIEMBRE | 1,50 | 680118,99 | 0,0808 | 54945,82 |
| DICIEMBRE | 1,46 | 533731,95 | 0,0821 | 43794,20 |

| | | | | |
|-------|-------------|-------------------|---------------|------------------|
| TOTAL | 1,56 | 9102830,54 | 0,0753 | 574983,08 |
|-------|-------------|-------------------|---------------|------------------|

Elaborado por: Raúl Andrango (2015)

Tabla 9: Costo de producción (Ton/día)

| COSTO DE PRODUCCIÓN PLANTA ASU | | | | | |
|--------------------------------|-----------|----------|-----------------------------------|-------------|---------------|
| PRODUCCION PLANTA (TON - m3) | | | CONSUMO ENERGÍA ELÉCTRICA DEL DÍA | | |
| PRODUCTO | TON / DÍA | m3 / día | Línea 2,3 KW | Línea 440 v | Total Energía |
| LOX | 15,00 | 11078,3 | 27.582 | 1032,6 | 28.615 |
| LIN | 9,00 | 7594,9 | | | |
| TOTAL | 24,00 | 18673,22 | | | |

Operación 24 horas

| COSTO DE PRODUCCIÓN DIA | | |
|-------------------------|--------------|------------------------|
| Costo \$ USD (KW/h) | Total \$ USD | Eficiencia Kw/m3 < 1,6 |
| 0,0821 | 2347,91 | 1,53 |

Elaborado por: Raúl Andrango (2015)

Mediante los indicadores de producción se ha identificado las deficiencias productivas, también la no estandarización de instructivos adecuados para

aprovechar los gases venteados como un nuevo proceso que permita incrementar la producción del día así como mayor stock de LOX para el despacho a clientes externos.

4.1.1.4. Indicador Control de Producción

El control de producción, es un resumen de todas las actividades ejecutadas durante el turno de operación (24 horas).

En el informe se detalla las cargas y despachos, consumo de energía, eficiencia, trasvasijos, pérdidas de producción y operación, producción total del día, suministros Adelca, stock de líquidos criogénicos.

El cuadro es desarrollado por el operador que cierra el turno del día operacional indicando todas las observaciones acontecidas, es emitido al Jefe de Planta para su revisión y posterior envío vía mail a las Gerencias Operacionales.

Tabla 10: Informe Diario de Producción

| INFORME DIARIO DE PRODUCCION Y DESPACHOS PLANTA ASU - INDURA ECUADOR S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------|---------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------|-----------------------------|--------------|--------------------------------|--------------|----------------------------|---------------|------------------|-------------------|-------|
| Planta Realizado por Fecha de emisión Fecha de Produccion día o período: | | | | | A.S.U Octavio Herrera martes, 14 de abril de 2015 lunes, 13 de abril de 2015 | | | Lote producción 15-04-09 | | | | | | | | |
| PRODUCCION PLANTA A.S.U. (m3- Ton) | | | | | | | DESPACHOS INDURA (m3 - Ton) | | | | | | | | | |
| PRODUCTO | DEL DIA | | ACUM. MES | | POR HORA | DISEÑO | DEL DIA | | ACUM. MES | | | | | | | |
| | m3 | Ton | m3 | Ton | m3 | Nm3/h | DEWARD | TERMOS (UNID) | CIST./TVAC. | TOTAL DIA | ACUM. MES | | | | | |
| LOX | 8.884,79 | 12,03 | 123.004,43 | 166,55 | 370 | 765 | Kg | ALTA | BAJA | m3 | Ton | m3 | Ton | | | |
| LIN | 9.156,12 | 10,85 | 116.004,22 | 137,47 | 382 | 85 | | 5 | | 0,00 | 0,00 | 834,56 | 1,13 | 75.827,57 | 102,67 | |
| | | | | | | | | 0,00 | 1 | 0,00 | 0,00 | 594,09 | 0,70 | 99.005,7 | 117,32 | |
| SUMINISTRO ADELCA | | | | | | | MERMAS O PERDIDAS | | | | | | | | | |
| PRODUCTO | Consumo m3 - Ton | | Trasvasije m3 - Ton | | DEL DIA | | ACUM. MES | | VENTEOS (m3) | | ACUM. MES | | | | | |
| | m3 | Ton | m3 | Ton | m3 | Ton | m3 | Ton | PRODCC. | DEWARDS | TRASVASIJE | CARGAS | TOTAL DIA | ACUM. MES | | |
| LOX | 2141,80 | 2,90 | 12415,81 | 16,81 | 0 | 0,00 | 19.743 | 26,73 | Kg | Kg | Kg | Kg | m3 | Ton | m3 | Ton |
| LIN | 505,49 | 0,60 | 3434,60 | 4,07 | 0 | 0,00 | 4.048,9 | 4,80 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 236 | 0,32 |
| | | | | | | | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 698,1 | 0,83 |
| ESTANQUE | INICIAL | | FINAL | | CAPACIDAD | | RECEPCION DE LIQUIDOS | | | CONSUMO Y EFICIENCIA DEL DIA | | | | | | |
| | m3 | Ton | m3 | Ton | m3 | Ton | PRODUCTO | m3 | Ton | ENERGIA | Linea 2,3 kv | Linea 440 v | Total Energía | PRODUCCION TOTAL | | |
| Tk1-LOX | 48.035 | 65,04 | 56.919,5 | 77,07 | 85.672 | 116,00 | | | | Kw/Dia ASU | 27.401 | 1.054,10 | 28.455 | Kw/h | Kw/m3 A.S.U. | 1,58 |
| VS1000 LOX | 28.104,2 | 38,05 | 25.127,4 | 34,02 | 33.471 | 45,32 | LOX | | | ACUM MES | 356.328 | 13.178 | 369.506 | Kw/h | Ton/Dia (líquido) | 22,88 |
| Total LOX | 76.139 | 103,092 | 82.047 | 111,091 | 119.143 | 161,32 | | | | | | | | | | |
| Tk1-LIN | 15.062 | 17,85 | 24.218 | 28,70 | 23.207 | 27,50 | | | | | | | | | | |
| VS1500 LIN | 1.355,7 | 1,61 | 254 | 0,30 | 3.173 | 3,76 | LIN | 0,00 | 0,00 | | | | | | | |
| Total LIN | 16.418 | 19,455 | 24.473 | 29,000 | 26.380 | 31,26 | | | | | | | | | | |
| PUNTO CRÍTICO DE CONTROL ETAPA Carta y Descarga de Líquidos Criogénicos TIPO DE RIESGO Químico PELIGRO Arrastre de posibles contaminantes MEDIDA DE CONTROL El Operador debe analizar el estanque y la pureza del tráiler, dejando registro del indicador de pureza en certificado de análisis, posterior a carga y descarga. IT-MEC-CARTRALIN-XX PCC 07 IT-MEC-CARTRALOX-XX | | | | | | | | | | Análisis de fin de lote | | | | | | |
| | | | | | | | | | | Estanque producción | | Estanque suministro | | | | |
| Pureza | | | | | | | | | | TK1-LOX | 0 | % | VS11000 | 0 | % | |
| Impurezas | | | | | | | | | | TK1-LIN | 0 | ppm | VS1500 | 0 | ppm | |
| Observaciones 0 | | | | | | | | | | FR-MEC-RDPD-01 | | | | | | |

Fuente: Resumen de Producción Planta ASU

4.1.1.5. Indicador Consumo de LOX y LIN de la Acería

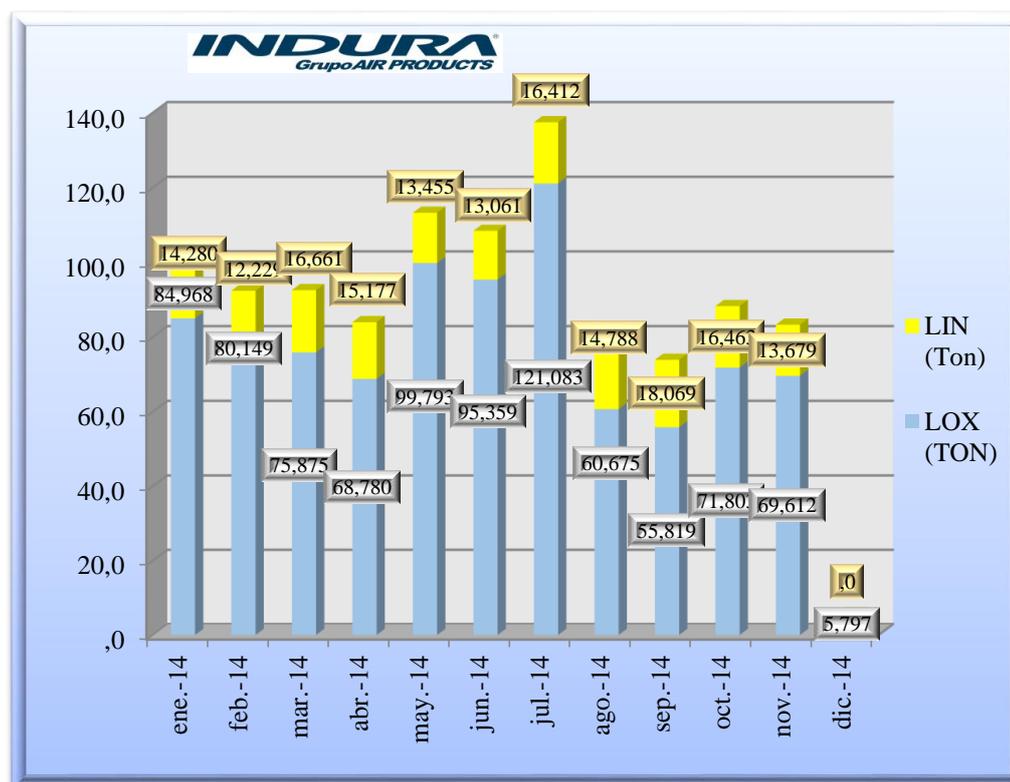


Gráfico 20: Despachos a la Acería
Elaborado por: Raúl Andrango (2015)

En el gráfico se observa las cantidades representadas en toneladas (Ton) del consumo mensual por parte de la Acería, en donde las ponderaciones más altas en el año 2014 corresponden a LOX.

La utilización de los gases residuales podría reemplazar la inyección criogénica generando un mayor stock para otros consumidores de gases que requieren altas purzas un sus procesos productivos.

4.1.2. Variable Eficiencia Productiva

El análisis y revisión documental de la eficiencia productiva se la realizó de los registros y el resumen general de producción, haciendo énfasis en los indicadores planteados para esta variable.

4.1.2.1. Indicador Disponibilidad de Operación

La disponibilidad de operación es calculada con las horas del mes menos las horas que la producción de LOX y LIN, están detenidas por una falla o avería en la Planta ASU, dividido por las horas del mes.

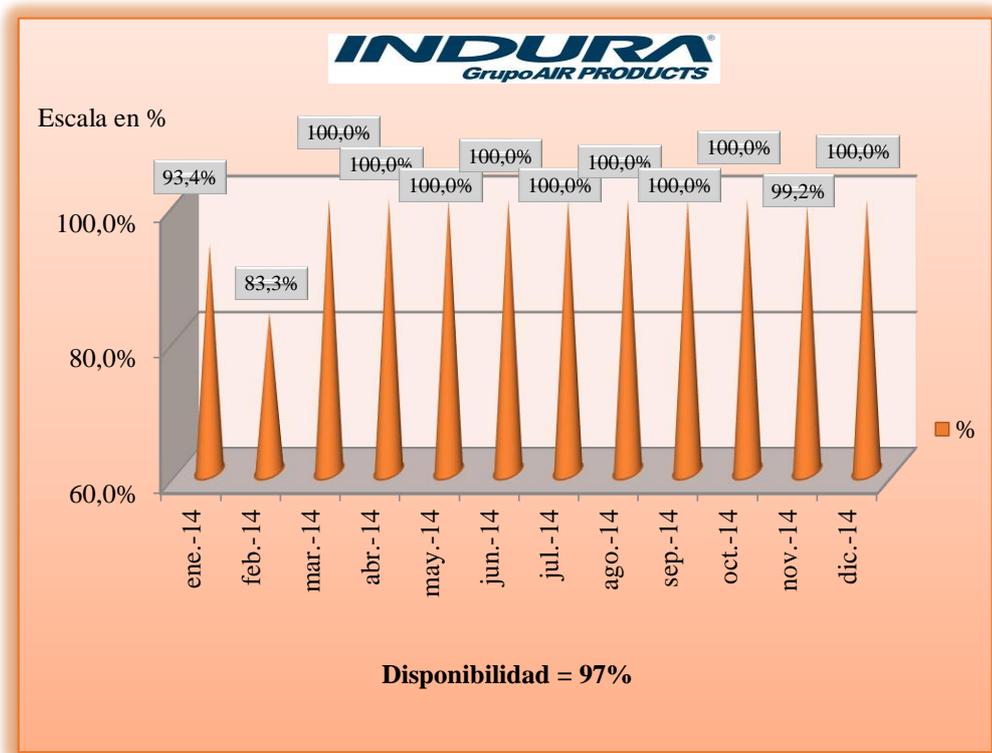


Gráfico 21: Disponibilidad Planta ASU
Elaborado por: Raúl Andrango (2015)

En el gráfico se presenta un control estadístico del año 2014, en donde se evidencia que el promedio de la disponibilidad operativa de la planta ASU fue del 97% y los meses de enero, febrero, marzo obtuvieron ponderaciones menores al 100% debido a percances que afectaron a la productividad, indicadas en las tablas siguientes.

Tabla 11: Diagnóstico disponibilidad de la Planta ASU Enero 2014

| Observaciones | | ENERO | Horas improductivas |
|---------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| FECHA | PERÍODO | | |
| 01-ene | 7:00 - 7:00 | Planta detenida | 24 |
| 02-ene | 8:00 - 05:00 | Arranque y soplado de planta, 05:00 corte de energía por falla en subestación Adelca | 24 |
| 03-ene | 10:30 - 17:10 | 10:30 Arranque de planta 15:50 inicia producción de LOX - 17:10 inicia producción de LIN | 9 |
| 08-ene | 14:15 - 15:15 | Detención de la turbina por altas revoluciones | 4 |
| 09-ene | 4:37 - 5:37 | Detención de la turbina por Gup pressure | 4 |
| 12-ene | 3:00 - 9:00 | Detención de la turbina por Gup pressure | 6 |
| 14-ene | 23:00 - 24:30 | Detención de la turbina por altas revoluciones | 7 |
| 17-ene | 23:10 - 24:10 | Detención de la turbina por altas revoluciones | 4 |
| 20-ene | 14:20 - 14:40 | Detención de la turbina por altas revoluciones | 4 |
| 21-ene | 10:00 - 15:38 | Pruebas en planta con 2 detenciones de turbina | 7 |
| 25-ene | 5:00 - 7:00 | Detención programada por ajuste eléctrico | 7 |
| 26-ene | 8:00 - 7:00 | Soplado de planta | 24 |
| 27-ene | 4:00 | Inicio de producción | 20 |
| 27 - 31 ene | 7:00 - 7:00 | Producción con mínimos parámetros para mantener la planta produciendo hasta evaluación de compresor de reciclo | 60 |

Elaborado por: Raúl Andrango (2015)

Tabla 12: Diagnóstico disponibilidad de la Planta ASU Febrero 2014

| Observaciones | | FEBRERO | Horas improductivas |
|---------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| FECHA | PERÍODO | | |
| 03-feb | 11:30 - 23:30 | Planta detenida - cambio de TAP en transformador | 12 |
| 09-feb | 15:00 - 07:00 | Detención de planta por mantenimiento, calentamiento de columna y desmontaje de válvula de expansión HV 3201 | 24 |
| 10-feb | 7:00 - 7:00 | Revisión y reparación de válvula HV 3201 | 24 |
| 11-feb | 7:00 - 7:00 | Armado de válvula de HV 3201 - montaje, arranque y soplado de planta | 24 |
| 12-feb | 7:00 - 4:30 | Arranque en caliente de la planta, inicio de producción de LOX 4:30 | 21 |
| 24-feb | 7:00 - 7:00 | Pruebas de producción con menor presión en compresor de aire, solicitadas desde Chile | 7 |
| 26-feb | 15:00 - 05:00 | Detención de la turbina por falla en PLC y módulo de velocidad | 14 |
| 27-feb | 08:00 - 11:00 | Se inicia producción de LOX - LIN | 4 |

Elaborado por: Raúl Andrango (2015)

Tabla 13: Diagnóstico disponibilidad de la Planta ASU Noviembre 2014

| Observaciones | | NOVIEMBRE | Horas improductivas |
|---------------|---------------|--------------------------------------------------------|---------------------|
| FECHA | PERÍODO | | |
| 5 - 6 Nov | 11:30 - 23:30 | Detención de turbina 04:30 - arranque de turbina 10:50 | 6 |
| 13-nov | 15:00 - 07:00 | Detención de turbina por bajas revoluciones | 2 |

Elaborado por: Raúl Andrango (2015)

4.1.2.2. Indicador Eficiencia de la planta ASU

La eficiencia de la planta ASU determinada por el fabricante es menor a 1,6 este valor es obtenido mediante el cálculo del consumo de energía eléctrica diaria y el volumen total producido (KW/m3).

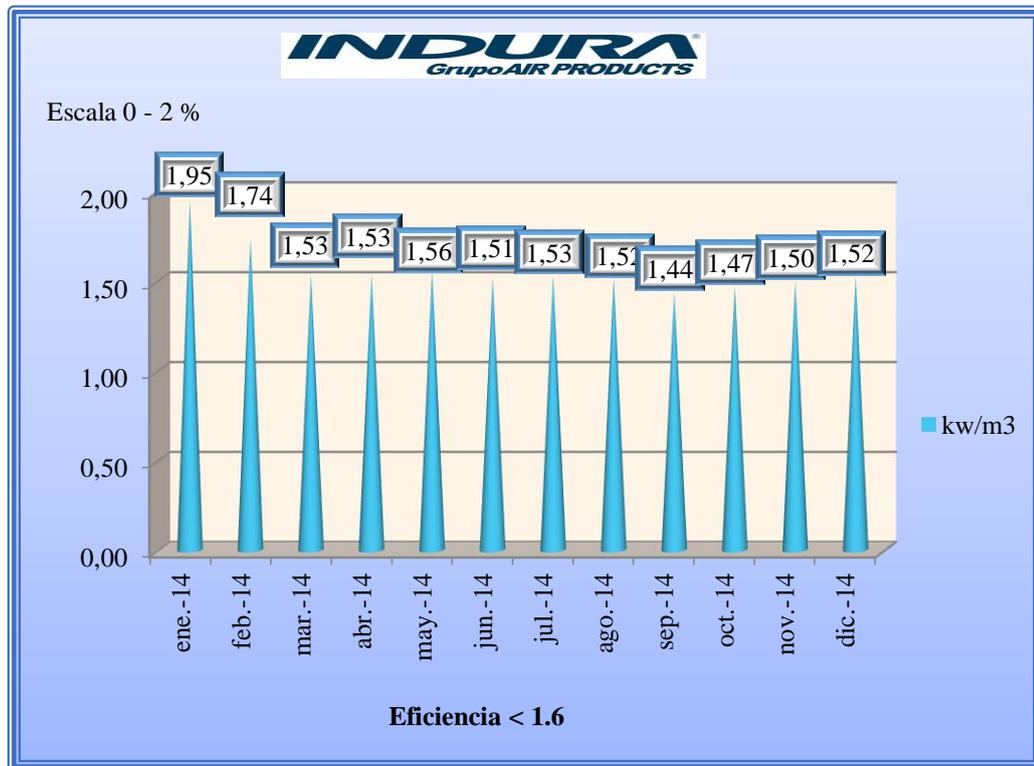


Gráfico 22: Eficiencia Planta ASU
Elaborado por: Raúl Andrango (2015)

En el gráfico se presenta un control estadístico del año 2014, la eficiencia en la planta ASU es el indicador que determina la productividad en base a la energía consumida.

En los meses de enero, febrero se obtuvieron ponderaciones superiores a 1,6 debido a factores antes mencionadas en las tablas de disponibilidad de la planta ASU, atribuyendo la baja producción de líquidos criogénicos en relación a los días productivos y el incremento de energía eléctrica por los procesos de arranque o encendido continuos, indicados en las tablas siguientes:

Tabla 14: Diagnóstico eficiencia de la Planta ASU Enero 2014

| PRODUCCIÓN PLANTA (TON - m3) | | | ENERGÍA ELÉCTRICA Kw/h | |
|------------------------------|-----------|--------------------|---------------------------|--|
| PRODUCTO | TON / MES | m3 / MES | MES Kw | |
| LOX | 347,76 | 256841,9 | 806227,96 | |
| LIN | 188,87 | 159384,8 | | |
| TOTAL | 536,64 | 416226,76 | | |
| <i>promedio</i> | | 18919,40 m3/día | | |

| | | |
|-------------------------------------------------|-------|-------------|
| <i>Días productivos equivalentes ENERO 2014</i> | 22,00 | <i>días</i> |
|-------------------------------------------------|-------|-------------|

| | |
|-----------------------------------|-------------|
| EFICIENCIA Kw/m3 (<1,6) | 1,94 |
|-----------------------------------|-------------|

Elaborado por: Raúl Andrango (2015)

Tabla 15: Diagnóstico eficiencia de la Planta ASU Febrero 2014

| PRODUCCIÓN PLANTA (TON - m3) | | | ENERGÍA ELÉCTRICA Kw/h | |
|------------------------------|-----------|--------------------|---------------------------|--|
| PRODUCTO | TON / MES | m3 / MES | MES Kw | |
| LOX | 337,97 | 249610,78 | 677058,00 | |
| LIN | 165,79 | 139908,86 | | |
| TOTAL | 503,77 | 389519,64 | | |
| <i>promedio</i> | | 17705,44 m3/día | | |

| | | |
|---------------------------------------------------|-------|-------------|
| <i>Días productivos equivalentes Febrero 2014</i> | 22,00 | <i>días</i> |
|---------------------------------------------------|-------|-------------|

| | |
|-----------------------------------|-------------|
| EFICIENCIA Kw/m3 (<1,6) | 1,74 |
|-----------------------------------|-------------|

Elaborado por: Raúl Andrango (2015)

4.1.2.3. Indicador Pérdida de Gases GOX y GAN

La pérdida de los gases residuales se originan como resultado de los cambios de producción restando la eficiencia y productividad de la planta ASU, siendo medidos y monitoreados a través de la cantidad de flujo que sale de los ductos de venteo.

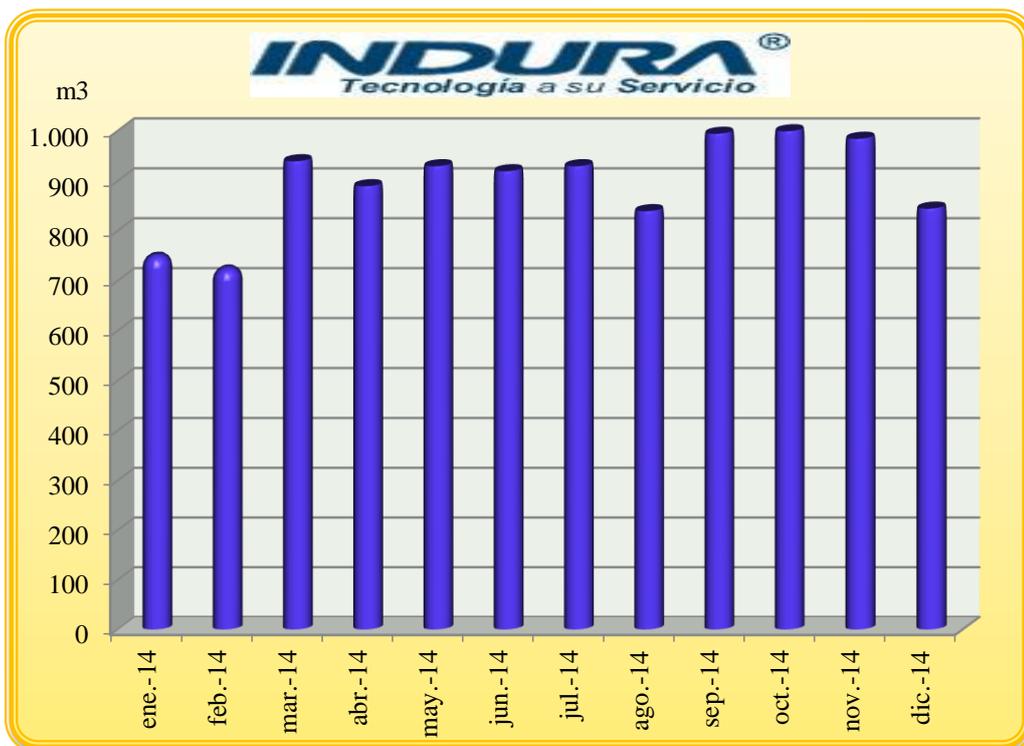


Gráfico 23: Pérdidas de Gox por venteo
 Elaborado por: Raúl Andrango (2015)

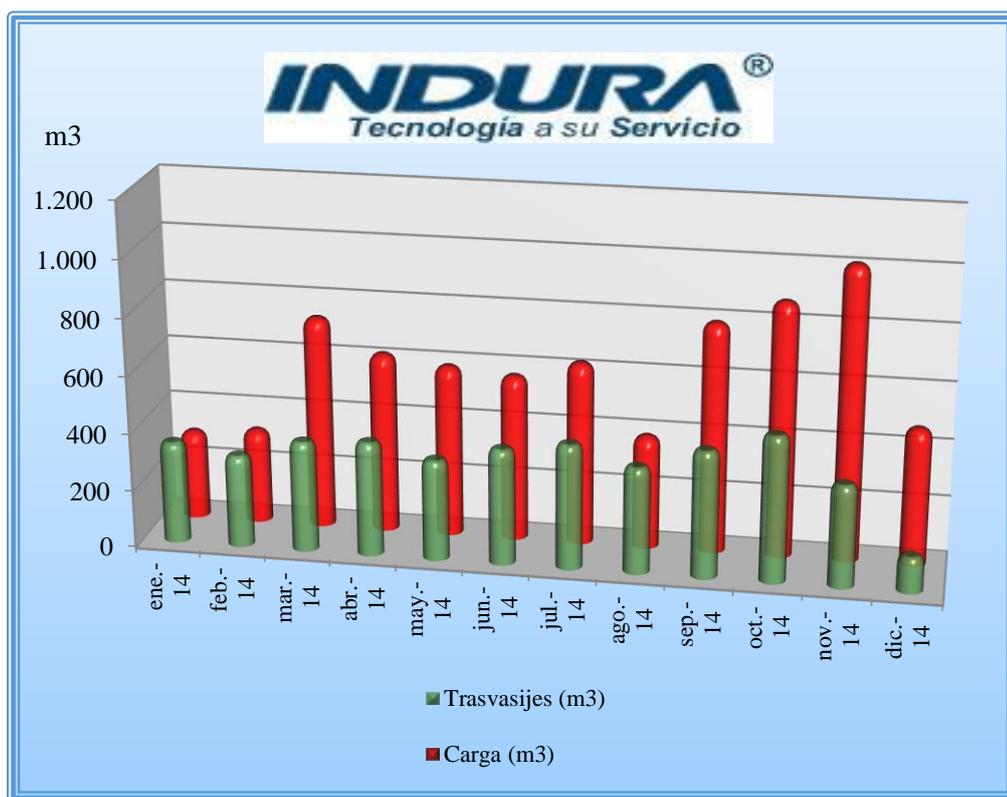


Gráfico 24: Pérdidas de Gan por venteo
 Elaborado por: Raúl Andrango (2015)

En los gráficos se presenta un control estadístico del año 2014, observándose la cantidad de flujo en metros cúbicos (m³) de Gan y Gox que han sido liberados para mantener la productividad deseada.

En el caso de Gox se determina que hay un incremento mayoritario del desperdicio como consecuencia de la demanda por la producción LIN.

Para contrarrestar de desperdicio se analiza la recuperación del oxígeno para reprocesarlo maximizando la rentabilidad de la producción de gases.

4.2. CONCLUSIONES

Al finalizar el desarrollo de la investigación referido a la evaluación del sistema productivo con relación a la eficiencia y productividad de la planta ASU:

- ✓ Se analizó la situación actual del sistema productivo de la planta ASU, recopilando información de la operación y control, mediante el uso de instrumentos como la observación, revisión documental y bibliográfica obteniendo como resultado las deficiencias en cada etapa de operación que deben mejorarse con respecto a los estándares de funcionamiento.
- ✓ Se identificó las falencias operacionales que inciden en la disponibilidad y eficiencia de la planta que han ocasionado baja productividad, alto consumo energético, así como el incremento del desperdicio de oxígeno venteadado. mediante un eficiente control de las operaciones se mejorara la eficiencia productiva.
- ✓ Mediante la evaluación del sistema productivo se fundamenta en mejorar los procesos operacionales a medida que la innovación de nuevos procesos ayude a ampliar la vida útil de la planta ASU y maximizar la rentabilidad de gases industriales.

4.3. RECOMENDACIONES

- ✓ Establecer un procedimiento de evaluación periódica que permita el monitoreo de cada etapa de operación, con la finalidad de que todos los parámetros operacionales estén estandarizados para un adecuado funcionamiento.
- ✓ Definir estrategias de trabajo enfocadas en la mejora e implementación de procesos apropiados, así como la recuperación del oxígeno para incrementar la productividad en un 20% (equivalente a 5 ton/día), reduciendo las pérdidas de gases venteados.
- ✓ Implementar procedimientos de operación y control mediante actualizaciones de los procesos operacionales que permitan reducir los costos operativos e incrementar la capacidad productiva.

CAPÍTULO V

5. PROPUESTA

5.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA

Elaboración del plan de mejoras para la operación y control del Sistema de Gestión Integral, en la Planta Criogénica ASU de la empresa Indura Ecuador S.A.

5.2. JUSTIFICACIÓN

La elaboración de un plan de mejoras para la operación y control de la Planta ASU, a través de nuevos instructivos de trabajo facilitara una adecuada operación de los equipos y la destilación criogénica, además de conocer los procedimientos para recuperar los gases residuales y reprocesarlos.

La instalación de un compresor para la recuperación de oxígeno y la formulación de su manual de operaciones, está directamente relacionada con la productividad de la planta. Y por tanto, el aumento de los niveles de producción.

La rentabilidad económica que permite llevar a cabo el presente proyecto, se demuestra en la tabla siguiente, en donde la optimización del O₂ criogénico suministrado al cliente Adelca será reemplazado por el O₂ gaseoso recuperado, sin que altere la calidad y cantidad de consumo.

Tabla 16: Costo de Producción (Ton/mes)

| OXÍGENO RECUPERADO 5 TON/DÍA | | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Producto | Precio unitario por tonelada, mercado local USD | Precio unitario por tonelada, cliente Adelca USD | Total por toneladas recuperadas (5 ton/día)USD |
| O2 criogénico | 500 | 0 | 2500 |
| O2 gaseoso | 0 | 120 | 600 |



Precio estimado por la rentabilidad de recuperación diaria

Precio estimado de costo por el despacho de O2 a la Acería

Elaborado por: Raúl Andrango (2015)

Tabla 17: Costo operacional del compresor Champion

| COSTO OPERACIONAL COMPRESOR CHAMPION | | | | | |
|---------------------------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------|---------------|--------------------------|
| Producción | Flujo Consumo | Horas de Trabajo | Eficiencia | Pureza | Energía Compresor |
| Ton/día | Nm3/h | h | KW/m3 | % | Kw/día |
| 5 | 950 | 24 | 0,15 | 99,9 | 3412,8 |

| COSTO OPERACIONAL PARA LA RECUPERACIÓN DE OXÍGENO GASEOSO | |
|------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Costo \$ USD (KW/h) | Total \$ USD |
| 0,0821 | 280,03 |

Elaborado por: Raúl Andrango (2015)

5.3. OBJETIVOS

- ✓ Establecer por escrito un procedimiento que defina las actividades relevantes para realizar la operación de rutina de la Planta ASU de fabricación de Gases Criogénicos para aplicación Medicinal o Industrial perteneciente a Indura Ecuador S.A con el fin de que sus procesos funcionen adecuadamente.

- ✓ Implementar un manual de operaciones para el sistema de control y visualización del compresor Champion WT555 recuperador de Oxígeno.
- ✓ Implementar un manual para la recuperación del oxígeno gaseoso venteado en la Planta ASU.

5.4. MANUAL DEL PLAN DE MEJORAS DE LA PLANTA ASU MP-MEC-OPECON-01

El presente manual está elaborado siguiendo los requerimientos del Sistema de Gestión Integral SHEQ, ajustándose a las normativas vigentes con la cuales INDURA ECUADOR valida sus procesos de producción.

La información documentada hace mención a los procesos para la operación y control de la Planta ASU, así como también la recopilación de las experiencias por parte de los operadores que han servido de gran ayuda para determinar nuevos parámetros como temperaturas, presiones, diferenciales de presión, recuperación de gases residuales, purezas de producción y la manera más óptima de mantener producciones diarias dentro del valor máximo de producción (25 Tn/d por diseño de fábrica) con coeficientes de eficiencia ($< 1,6 \text{ Kw/m}^3$).

El Manual MP-MEC-OPECON-01 es la codificación para identificar el documento dentro del Sistema SHEQ su significado es:

MP = Manual de Procedimiento

MEC = Manual de la filial Ecuador

OPECON = Operación y control Planta ASU

01 = Corresponde al número de versión actual

| Edición.: | Fecha: | Emi: R. Andrango | Rev: Control de Calidad | Apr: Jefe de Planta | Prox. Rev.: |
|------------------|------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------|
| MP-MEC-OPECON-01 | 16/06/2015 | | | | Jun/2017 |

1. OBJETIVO:

Establecer por escrito un procedimiento que describa las actividades relevantes para realizar la operación de rutina de la Planta A.S.U. de INDURA ECUADOR S.A. en la Fabricación de Líquidos Criogénicos y Gases para aplicación Medicinal o Industrial, con el fin de que sus procesos funcionen adecuadamente.

2. ALCANCE:

El contenido de este documento es aplicable para el personal de la Planta A.S.U. de INDURA ECUADOR S.A. y cubre las actividades de operación y control que se desarrollan en la Planta.

3. REFERENCIAS:

| CODIGO | NOMBRE DEL DOCUMENTO |
|---------------------|----------------------------------------------------|
| IT-MEC-FILAIRE-01 | Partida del Filtro Principal |
| IT-MEC-PMCPC2101-01 | Puesta en Marcha Compresor Principal de Aire C2101 |
| IT-MEC-PMUREF-01 | Puesta en Marcha Unidad de Refrigeración |
| IT-MEC-PMAMO-01 | Puesta en Marcha Molecular Sieve 2600 |

| | |
|---------------------------|------------------------------------------|
| IT-MEC-RECC2102-01 | Puesta en Marcha Compresor Reciclo C2102 |
| IT-MEC-PMTEX-01 | Puesta en Marcha de Turbina Expansión |
| IT-MEC-PARFRIO-01 | Partida en Frío de planta A.S.U |
| IT-MEC-PARCALI-01 | Partida en Caliente de Planta A.S.U |
| IT-MEC-DETPRO-01 | Detención Programada de Planta A.S.U |
| IT-MEC-CORTE-01 | Corte de Energía en Planta A.S.U |

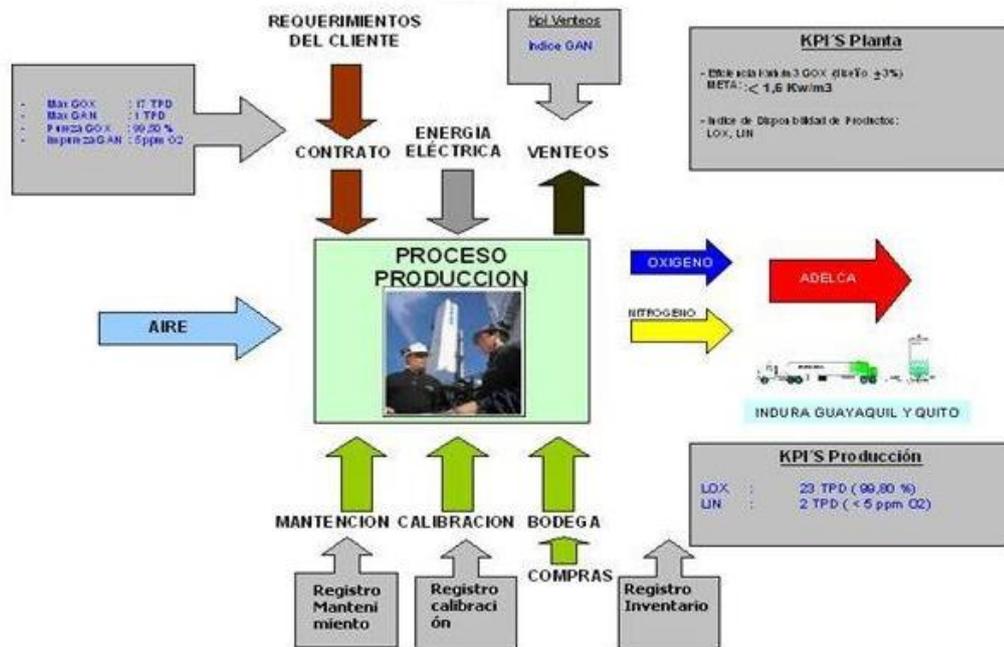
4. DEFINICIONES:

Bitácora, Libro diario de novedades o Log Book: Libro diario en donde se registran las actividades y novedades presentes por cada turno.

Registros: Datos consignados en formatos establecidos sobre la toma de mediciones en equipos, instrumentos y procesos de producción y suministro en línea.

5. PROCEDIMIENTO:

5.1. DIAGRAMA DEL PROCESO



5.2. INSTRUCCIÓN:

El operador debe realizar las actividades descritas en su descripción de desempeño y las funciones generales que se detallan a continuación.

5.2.1. Operación Planta A.S.U.

Una vez que se ha puesto en funcionamiento normal a la Planta de Oxígeno, de acuerdo a Instrucciones descritas en IT-MEC-PARCALI-01 y/o IT-MEC-PARFRIO-01, el Operador deberá realizar las siguientes funciones:

A. Funciones Generales

- A.1 Si se produce un corte de energía, se deberán cumplir los pasos que aparecen en el IT-MEC-CORTE-01
- A.2 Si es necesario realizar una Parada Programada a la Planta, se deberán seguir los pasos que aparecen en el IT-MEC-DETPRO-01
- A.3 Si corresponde realizar una Parada de Emergencia en la Planta, se deberán seguir los pasos que aparecen en el IT-MEC-PARAEM-01
- A.4 Mantener suministro permanente de Nitrógeno y Oxígeno a Adelca
- A.5 Informar a todos los operadores y al Jefe de Planta ASU y VSA, de cualquier anomalía que se presente en algún equipo de planta que no haya podido ser resuelto por el operador de turno, a su vez debe dejar registro de la anomalía en la bitácora.
- A.6 Realizar toma de datos en Bitácora Planta, de acuerdo al horario dado en la misma.

B. Actividades del Operador de Planta y desempeño esperado.

| ACTIVIDADES | DESEMPEÑO ESPERADO |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Operar eficientemente los equipos de la Planta. | Dominar labores de operación de Planta, Puesta en marcha y Parada Programadas y de Emergencia. |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Cumplir con los programas de Mantenimiento de los equipos, relacionados con el proceso productivo y el suministro en línea de los productos.</p> | <p>Realizar labores de mantención.</p> |
| <p>Informar de las novedades de la Planta ocurridas en turnos anteriores.</p> <p>Efectuar inspección de Equipos e instalaciones.</p> <p>Verificar y controlar Bitácoras y mantener registros elaborando gráficos estadísticos de producción, consumo, stock de gases y líquidos criogénicos.</p> <p>Control de Lotes de producción</p> | <p>Obtener información actualizada de las novedades del turno anterior para cumplir con el 100% la Operación de la Planta.</p> |
| <p><i>Seguridad, Calidad, Medio Ambiente y Salud Ocupacional:</i></p> <p>Controlar el proceso productivo de acuerdo a estándares de Calidad, Medio Ambiente, Seguridad y Salud Ocupacional, definidos en los Sistema de Gestión ISO 9001, HACCP, aplicar las buenas prácticas de manufacturas BPM en gases medicinales (según corresponda).</p> | <p>Cumplir diariamente el 100% de las metas de producción (ton/día).</p> <p>Cumplir el 100% de los despachos programados.</p> <p>Cumplir el 100% de las instrucciones de trabajo dadas.</p> |

C. Funciones de acuerdo al Turno de Operación.

C.1 Primer Turno, de 7:00 a 19:00 hrs.

- ✓ Recibir e informarse de todo lo acontecido en el turno anterior. Dejar registro de esto en la bitácora.
- ✓ Informar o dar cumplimiento a sugerencias entregadas por el turno anterior, como por ejemplo; mantenciones a realizar, solicitud de insumos, seguimiento de novedades, etc.
- ✓ Ingresar la producción del día en el sistema y elaborar el informe diario de producción
- ✓ Mantener Estanques de (LOX-LIN) sobre niveles de seguridad
- ✓ Administrar requerimiento de productos de acuerdo a la planificación establecida
- ✓ Despachos de productos, previa liberación de control de calidad
- ✓ Recepción de productos, previa liberación de control de calidad
- ✓ Recepción de insumos

C.2 Segundo Turno, de 19:00 a 07:00 hrs.

- ✓ Recibir e informarse de todo lo acontecido en el turno anterior. Dejar registro de esto en la bitácora
- ✓ Comprobar que se han realizado las actividades del turno anterior
- ✓ Actualizar información de Planta A.S.U. en PC
- ✓ Ingresar a PC lecturas de bitácora de las 19:00 horas
- ✓ Administrar requerimiento de productos de acuerdo a la planificación establecida
- ✓ Despachos de productos, previa liberación de control de calidad

- ✓ Despachos de productos, previa liberación de control de calidad
- ✓ Recepción de insumos

5.2.2. Riesgos asociados a la Operación y Control de la Planta por cada turno de trabajo.

| TAREA | INCONVENIENTES Y RIESGOS POSIBLES | TIPO DE RIESGO | ACCIONES CORRECTIVAS O MEDIDAS DE CONTROL |
|---------------------------------------------|-------------------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Lectura de Instrumentos (toma de registros) | Error en toma de lectura | B | IT-MEC-PUREZALOX-01 IT-MEC-PUREZALIN-01 |
| | Exposición al ruido | C | Capacitación: Video uso de EPP. EPP: Protección auditiva. |
| | Caídas a desnivel | D | Capacitación: Video EPP: Casco, guantes, zapatos de seguridad, lentes de seguridad. |
| | Exposición a cambios de temperatura | B | EPP: Lentes de seguridad, zapatos de seguridad, casco, guantes. |

| | | | |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Trabajos Administrativos | Disergonomía | D | Capacitación: Video Cuidado de la espalda en el trabajo. |
| | Caídas al mismo nivel | D | EPP: Casco, guantes, zapatos de seguridad, lentes de seguridad |
| | Golpes por utilización de herramientas o materiales de oficina | B | Mantener cajones y gavetas cerradas |
| Trabajos Generales de Mantenimiento | Descarga Eléctrica | B | Capacitación: Video EPP: Lentes de seguridad, guantes, Cascos, zapatos de seguridad |
| | Disergonomía | D | Capacitación: Video Cuidado de la espalda en el trabajo |
| | Caídas al mismo o distinto nivel | C | Capacitación: Video EPP: Casco, guantes, zapatos de seguridad, lentes de seguridad |
| | Disergonomía | D | Capacitación: Video Cuidado de la espalda en el trabajo |
| | Caídas al mismo o distinto nivel | C | Capacitación: Video EPP: Casco, guantes, zapatos de seguridad, lentes de seguridad |

| | | | |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Trabajos Generales de Mantenimiento | Congelamiento | C | Capacitación. Charlas. Video, EPP; Guantes, protector criogénico, casco protector, zapatos de seguridad |
| | Atrapamiento de extremidades superiores e inferiores. | C | Seguir las instrucciones entregadas por cada área. No retirar protecciones de equipos con partes móviles No intervenir equipos en movimiento. Nunca utilizar anillos, cadenas, collares, pulseras. No utilizar el cabello largo. EPP: Lentes y zapatos de seguridad, guantes de cuero. |
| | Atascamiento del equipo | B | Procedimientos Capacitación. Video uso de EPP. EPP: Zapatos de seguridad, lentes de seguridad, guantes de cuero y casco. |

| | | | |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Trabajos al aire libre | Caídas al mismo o distinto nivel Exposición a radiación solar | D | Capacitación: Videos EPP: Casco, guantes, zapatos de seguridad, lentes de seguridad |
| Puesta en servicio, detención y operación de planta | Caídas a distinto nivel | D | Capacitación: Video uso de EPP EPP: Casco, guantes, zapatos de seguridad, lentes de seguridad. |
| | Exposición a cambios de temperatura | C | Capacitación: Video uso EPP. EPP: Zapatos de seguridad, lentes de seguridad, guantes de cuero, cascos. |
| | Exposición a Ruido | C | Capacitación: Capacitación, video uso de EPP. EPP: Protectores auditivos. |

| | | | |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Disergonomía | D | Capacitación: Video Cuidado de la espalda en el trabajo |
| | Congelamiento | C | Capacitación: Charlas, video. EPP: Guantes criogénicos, protector frontal, máscara facial, casco de seguridad y zapatos de seguridad. |
| Recepción y manipulación de productos confinados. | Disergonomía | D | Capacitación: Video Cuidado de la espalda en el trabajo |
| Manipulación de cilindros | Disergonomía | D | Capacitación: Video Cuidado de la espalda en el trabajo |
| | Caídas al mismo nivel | D | Capacitación: Video uso de EPP. EPP: Casco, guantes, zapatos de seguridad, gafas de seguridad. |
| | Caída de cilindro por movimiento inadecuado | B | Mantener cilindros en posición vertical con la tapa de protección y con cadenas para evitar caídas. EPP: Zapatos y lentes de seguridad, guantes de cuero. |

| | | | |
|-----------------------------|---------------------------------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Almacenamiento de Cilindros | Condiciones Inadecuadas de orden y limpieza | C | Mantener el lugar de trabajo ordenado y aseado Estar siempre atento a las condiciones de trabajo |
| Trabajos en altura | Caídas a distinto nivel | B | Se realiza el trabajo previa emisión de PTR Capacitación: Video uso de EPP EPP: Gafas de seguridad, zapatos de seguridad, casco de seguridad, arnés de seguridad, cable de vida. |

6. RESPONSABILIDADES:

6.1 Es la responsabilidad del Operador de Planta el desarrollar correctamente lo descrito en este documento dentro de las instalaciones de la Planta ASU.

6.2 El Jefe de Planta ASU y VSA es el responsable de la correcta implementación de este documento previa comunicación con el personal de planta.

6.3 Es responsabilidad del Gerente de Operaciones la coordinación de los recursos para el normal desenvolvimiento de la Planta. Los lineamientos para la identificación, recolección, llenado, almacenamiento y disposición de los datos generados en la Planta se encuentran en los documentos del sistema.

7. REGISTROS:

Los registros aplicables a este documento se encuentran en cada uno de los instructivos señalados en el ítem REFERENCIA.

8. FORMATOS:

Los formatos aplicables a este documento se encuentran en cada uno de los instructivos señalados en el ítem REFERENCIA.

5.4.1. Partida del Filtro Principal Planta ASU.

| Edición.: | Fecha: | Emi: R. Andrango | Rev: Control de Calidad | Apr: Jefe de Planta | Prox. Rev.: |
|-----------------------|------------|---------------------|-------------------------------|------------------------|----------------|
| IT-MEC-FILAIRE- 01 | 16/06/2015 | | | | Jun/2017 |

1. OBJETIVO

Mantener un control sobre los procedimientos durante la puesta en marcha del Filtro Principal en el arranque de la Planta A.S.U. de Fabricación de Líquidos Criogénicos y Gases para aplicación Medicinal o Industrial de INDURA ECUADOR S.A.

2. ALCANCE

El presente documento es aplicable a todo el personal que labora en la Planta A.S.U. de INDURA ECUADOR S.A.

3. REFERENCIAS

IT-MEC-PMCPC2101-01: Puesta en marcha compresor principal de aire C2101

4. DEFINICIONES

Pre filtrado: Son aquellos filtros que reducen la cantidad de polvo y residuos que ingresan al sistema de adsorción de aire.

Primera etapa de filtrado (PP30): Se filtran partículas de la atmosfera hasta 3 micrones de tamaño. Estos filtros son la mejor opción para controlar las cantidades de polen, moho y polvo.

Segunda etapa de filtrado (PK-12): Fabricado de Sustrato de alúmina activada y Carbón Activado impregnado de Hidróxido de Potasio y Bicarbonato de Sodio. Posee una alta capacidad para la remoción de ácido sulfhídrico, cloro y dióxido de Azufre, acetilenos y restos de hidrocarburos no combustionados.

Tercera etapa de filtrado (JFL-90): Son filtros tipo rígidos que detienen partículas de hasta 0,3 micrones. Son utilizados en sistemas que requieren un filtrado eficiente por un 99,97%.

5. INSTRUMENTOS, MATERIALES Y/O HERRAMIENTAS

No Aplica

6. ELEMENTOS DE SEGURIDAD DE USO OBLIGATORIO

- ✓ Zapatos de seguridad
- ✓ Protección auditiva
- ✓ Lentes de seguridad
- ✓ Guantes
- ✓ Casco

Nota: El operador en caso de encontrar la tarjeta candado, no podrá hacer funcionar las máquinas, ni retirar la tarjeta sin previa autorización correspondiente (Operador designado en la tarjeta o Jefe de Planta). Todos los ajustes o limpieza de máquinas tienen que efectuarse con el equipo detenido.

7. INSTRUCCIÓN

| TAREA | INCONVENIENTES Y RIESGOS POSIBLES | TIPO DE RIESGO | ACCIONES CORRECTIVAS O MEDIDAS DE CONTROL |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Revisión del estado físico del Filtro Principal (S2102) por posibles fisuras en el sistema hermético. | Ineficiencia en el proceso de filtrado | C | Revisión periódica del estado de los filtros. Análisis de los registros de diferenciales. |
| 2. Revisión de funcionamiento de los indicadores diferenciales de presión (PDI 2102) al ingreso de aire hacia el compresor principal (C2101). Toma de datos para registros | Exposición al ruido | C | Capacitación: Video uso de EPP, charlas. Video no empiece a trabajar sin él. EPP: Protección auditiva. |
| | Caída a desnivel | D | Capacitación: Video uso de EPP. EPP: Casco, guantes, zapatos de seguridad, gafas |
| | Exposición cambios de temperatura | B | Capacitación: Video uso de EPP EPP: Gafas, protección auditiva, zapatos de seguridad, casco |

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. Inspección del estado físico de la primera etapa de filtrado (PP30) por posibles deterioros o ruptura de filtros. | Exposición al ruido | C | Capacitación, video uso de EPP, charlas. video no empiece a trabajar sin él. EPP: Protección auditiva. |
| | Caídas a desnivel | C | Capacitación, video uso de EPP EPP: Casco, guantes, zapatos de seguridad, gafas |
| 4. Inspección de la segunda etapa de filtrado (PK12) por posibles rupturas | Exposición al ruido | C | Capacitación, video uso de EPP, charlas. video no empiece a trabajar sin él. EPP: Protección auditiva |
| | Caídas a desnivel | C | Capacitación, video uso de EPP EPP: Casco, guantes, zapatos de seguridad, gafas |
| 5. Inspección visual de la tercera etapa de filtrado (JFL90) por posible ruptura, deterioro o saturación debido al tiempo de funcionamiento. | Exposición al ruido | B | Capacitación, uso de EPP, charlas. video no empiece a trabajar sin él. EPP: Protección auditiva |
| | Caídas a desnivel | B | Capacitación, uso de EPP EPP: Casco, guantes, zapatos de seguridad, Lentes de seguridad |

| | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>6. Una vez puesto en marcha el compresor Principal (C2101) se revisara los diferenciales a los cuales llega el sistema de filtrado siendo cada uno de estos no mayor a (120 Pa) en su primera etapa y no mayor a (400 Pa) en su tercera etapa de filtrado</p> | Exposición al ruido | C | Capacitación, video uso de EPP, charlas. video “no empiece a trabajar sin él”. EPP: Protección auditiva |
| | Caída a desnivel | D | Capacitación, video uso de EPP EPP: Casco, guantes, lentes y zapatos de seguridad |
| | Exposición cambios de temperatura | B | Capacitación, video uso de EPP EPP: lentes y zapatos de seguridad, protección auditiva, casco |
| <p>7. En el caso de que en su primera etapa se encuentre mayor a 80 Pa, se debe someter a los filtros a un sopleteado fuera de su sitio de operación, esta actividad deberá realizarse en el menor tiempo posible.</p> | Exposición al ruido | C | Capacitación, video uso de EPP, charlas. video “no empiece a trabajar sin él”. EPP: Protección auditiva |
| | Caída a desnivel | D | Capacitación, video uso de EPP EPP: Casco, guantes, lentes y zapatos de seguridad |

8. RESPONSABILIDADES

- 8.1 Los Operadores de Planta son responsables de realizar las actividades descritas de acuerdo con esta instrucción.
- 8.2 El Jefe de Planta ASU y VSA es responsable de verificar el cumplimiento de esta instrucción.
- 8.3 El Gerente de Operaciones es responsable de brindar los recursos necesarios para el cumplimiento de lo descrito en este instructivo de trabajo.

9. REGISTROS

| Nombre | Recolección | Indexación | Acceso | Lugar | Medio | Tiempo | Disposición |
|--------------------|--------------------|------------|--------|-------------------|-------|--------|-------------|
| Bitácora de Planta | Operador de Planta | Por Fecha | Libre | Archivo de Planta | Papel | 1 año | Destruir |

10. FORMATOS

ANEXO 1. Registro (BO-H2-03): Bitácora de Operación – Unidad de Refrigeración (R-2401) – Filtro Principal: Separador de Agua (Ciclón)/ Totalizador Másico / Filtro Principal

11. ETIQUETAS

No Aplica

ANEXO 1. Registro (BO-H2-03): Bitácora de Operación – Unidad de Refrigeración (R-2401)

Separador de Agua (Ciclón) / Totalizador Másico / Filtro Principal



**Partida del Filtro Principal
planta A.S.U. INDURA
ECUADOR S.A**



MP-MEC-FILAIRE-01

| INDURA | | BITÁCORA DE OPERACIÓN - UNIDAD DE REFRIGERACIÓN (R-2401) - FILTRO PRINCIPAL | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------|---------|---------|----------|--------------------|---------|----------|-------------------|----------------------------|---------------|-------------------------|-------|------------------|------------|-------------|
| FECHA | | | OPERADORES | | | | | | LOTE | | | | | | | | |
| DIA | MES | AÑO | 1 TURNO | | | 2 TURNO | | | LOTE | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | LOX | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | LIN | | | | | | | | |
| NOMENCLATURA | UNIDAD DE REFRIGERACION R 2401 | | | | | | | | | | SEPARADOR DE AGUA (CICLÓN) | | TOTALIZADOR MASICO | | FILTRO PRINCIPAL | | |
| | PRESION AGUA | | TEMPERATURA | | | | COMPRESOR DE FREON | | | | CORRIENTE | | NIVEL DE AGUA FUNCIONA. | | GOX (Adelca) | GAN | PRE FILTER |
| | PI 2422 | PI 2423 | TI 2411 | TI 2412 | TI 2413 | PI 2424 | TI 2424 | PI 2425 | TI 2425 | PRESION DE ASISTE | CORRIENTE | NIVEL DE AGUA | FUNCIONA. | kg | kg | Pa | Pa |
| RANGOS DE OPER. | 1,5.....2,6 | 1,5.....2,6 | 4...10 | 4...8 | 3...8 | 8.....15 | 20.....45 | 3.....6 | -1.....8 | 9.....15 | 0.....35 | 0.....15% | Estado | ----- | ----- | 50.....120 | 150.....400 |
| 1.-TURNO | 9:00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 11:00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 13:00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 15:00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 17:00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.-TURNO | 19:00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 21:00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 23:00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1:00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3:00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 5:00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7:00 | | | | | | | | | | | | | | | | |

Página 1

| REGISTRO DIARIO DE ENERGIA Y NIVELES DE ESTANQUES | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------|--------------|--------|-------------|--|------------------------|-----------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|----------------|---------------|
| | KW EN 2.4 KV | | KW EN 440 V | | TK1 - LOX - PRODUCCIÓN | | | VS - 11000 SUMIN. | | TK1 - LIN - PROD. | | VS-1500 SUMIN. | |
| | Kw /h | Kvar/h | Kwh | | % Tablero | Manóm (m3 X 1K) | PRESION (psi) | Manómetro * H2O | PRESION (psi) | * H2O | PRESION (psi) | * H2O | PRESION (psi) |
| 1.-TURNO | 7:00 | | | | | | | | | | | | |
| | 9:00 | | | | | | | | | | | | |
| | 11:00 | | | | | | | | | | | | |
| | 13:00 | | | | | | | | | | | | |
| | 15:00 | | | | | | | | | | | | |
| 2.-TURNO | 17:00 | | | | | | | | | | | | |
| | 19:00 | | | | | | | | | | | | |
| | 21:00 | | | | | | | | | | | | |
| | 23:00 | | | | | | | | | | | | |
| | 1:00 | | | | | | | | | | | | |
| | 3:00 | | | | | | | | | | | | |
| | 5:00 | | | | | | | | | | | | |
| | 7:00 | | | | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES

PRIMER TURNO

SEGUNDO TURNO

BO-H2-03

5.4.2. Puesta en Marcha Compresor Principal de Aire C2101 IT-MEC-PMPC2101-01.

| Edición.: | Fecha: | Emi: R. Andrango | Rev: Control de Calidad | Apr: Jefe de Planta | Prox. Rev.: |
|--------------------|------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------|
| IT-MEC-PMPC2101-01 | 16/06/2015 | | | | Jun/2017 |

1. OBJETIVO

Aplicar de forma correcta el procedimiento para la puesta en marcha y operación del compresor principal de aire C2101, de la Planta A.S.U. de Fabricación de Gases Criogénicos para aplicación Medicinal o Industrial perteneciente a INDURA ECUADOR S.A.

2. ALCANCE

Esta Instrucción de trabajo aplica a todo el Personal de la Planta A.S.U. de INDURA ECUADOR S.A. y cubre las actividades necesarias para la correcta puesta en marcha del Compresor de Aire C2101.

3. REFERENCIAS

No aplica.

4. DEFINICIONES

No aplica.

5. INSTRUMENTOS, MATERIALES Y/O HERRAMIENTAS

No aplica

6. ELEMENTOS DE SEGURIDAD DE USO OBLIGATORIO

- ✓ Zapatos de seguridad
- ✓ Protección auditiva
- ✓ Lentes de seguridad
- ✓ Guantes
- ✓ Casco

Nota: El operador en caso de encontrar la tarjeta candado, no puede hacer funcionar las maquinas, ni retirar la tarjeta sin previa autorización correspondiente (Operador designado en la tarjeta de bloqueo o Jefe de Planta). Todos los ajustes o limpieza de máquinas tienen que efectuarse con el equipo detenido.

7. INSTRUCCIÓN

7.1 Previo a la partida del compresor de aire deben cumplirse las condiciones siguientes:

| TAREA | INCONVENIENTES Y RIESGOS POSIBLES | TIPO DE RIESGO | ACCIONES CORRECTIVAS O MEDIDAS DE CONTROL |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Comprobar la circulación de agua refrigerada (ver PI 4331 con una presión mínima de 2,3 bar). | N/A | N/A | N/A |
| 2. Tener energizado el tablero de control del compresor TC-C2101 (Cuarto MCC, Tablero de control 1, interruptor automático Q1). y el tablero de fuerza de 2,4KV TF-C2101 y verificar que este encendido la luz amarilla de habilitación. | Exposición al ruido | D | Cap: Capacitación, video uso de EPP EPP: Protección auditiva. |
| | Descarga Eléctrica | B | Cap.: EPP: Lentes de seguridad, guantes, Cascos, zapatos de seguridad |
| | Caída a desnivel | B | Cap.: video uso de EPP EPP: Casco, guantes, zapatos de seguridad, Lentes de seguridad |

| | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. Tener temperatura de aceite >20 °C en el cárter (haber conectado el calefactor de aceite el día anterior a la partida, en el panel principal de energía). | Exposición al ruido | D | Cap: video uso de EPP EPP: Protección auditiva. |
| | Caída a desnivel | B | Cap: video uso de EPP EPP: Casco, guantes, zapatos de seguridad, Lentes de seguridad |
| 4. Tener encendida la bomba auxiliar de aceite mínimo 30 minutos antes de la partida (subir el breaker a la posición ON en el panel MCC) | Exposición al ruido | D | Cap.: Capacitación, video uso de EPP EPP: Protección auditiva. |
| | Caída a desnivel | B | Cap.: Capacitación, video uso de EPP EPP: Casco, guantes, zapatos de seguridad, Lentes de seguridad |
| | Atascamiento del equipo | B | EPP: Gafas, Lentes de seguridad, Cascos. |
| | Descarga Eléctrica | B | Cap: Capacitación EPP: Lentes de seguridad, guantes, Cascos, zapatos de seguridad |

| | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---|-------------------------------------------------------------------|
| 5. Tener encendido el soplador de vapor de aceite junto con la bomba auxiliar de aceite (poner en la posición MARCHA en tablero de control TC-C2101) | Exposición al ruido | D | Cap.: Capacitación, video uso de EPP EPP: Protección auditiva. |
| | Caída a desnivel | B | Cap.: Capacitación, video uso de EPP EPP: Protección auditiva. |
| 6. Tener conectada la alimentación neumática auxiliar con la válvula V2101 ubicada en el tanque VS 1500 y la Válvula V2102 ubicada sobre los filtros moleculares | Exposición al ruido | B | Cap.: video uso de EPP EPP: Protección auditiva. |

7.2 En este momento el Compresor está listo para partir

| TAREA | INCONVENIENTES Y RIESGOS POSIBLES | TIPO DE RIESGO | ACCIONES CORRECTIVAS O MEDIDAS DE CONTROL |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 7. Presionar el botón de partida START en el tablero. TC-C2101 del control del compresor. | Exposición al ruido | D | Cap: Capacitación, video uso de EPP EPP: Protección auditiva. |
| | Caída a desnivel | C | Cap: video. EPP: Casco, guantes, zapatos de seguridad, lentes de seguridad |
| 8. Esperar a que la presión se estabilice en el panel de control. | N/A | N/A | N/A |
| 9. Cerrar las válvulas de alimentación neumática auxiliar V2101 y V2102. | Exposición al ruido | D | Cap: video uso de EPP. EPP: Protección auditiva, lentes de seguridad |
| | Caída a desnivel | C | Cap: video. EPP: Casco, guantes, zapatos de seguridad, lentes de seguridad |

NOTA: Cumpliéndose todo lo anterior el compresor se encuentra en régimen de trabajo.

8. RESPONSABILIDADES

8.1. El Operador de Planta es responsable de seguir los procedimientos descritos en este documento para la correcta puesta en marcha del compresor C 2101.

8.2. El Jefe de Planta ASU – VSA es responsable de verificar el cumplimiento de lo descrito en esta instrucción de trabajo

8.3. El Gerente de Operaciones es responsable de brindar los recursos necesarios para el cumplimiento de esta instrucción.

9. REGISTROS

| Nombre | Recolección | Indexación | Acceso | Lugar | Medio | Tiempo | Disposición |
|-----------------|--------------------|------------|--------|-------------------|-------|--------|-------------|
| Registro diario | Operador de Planta | Por Fecha | Libre | Archivo de Planta | Papel | 1 año | Destruir |

10. FORMATOS

ANEXO 1. Registro BO-H3-01: Bitácora de Operación - Compresor Principal (C-2101)

| BITÁCORA DE OPERACIÓN - COMPRESOR PRINCIPAL (C-2101) | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------|-----------|---------------|----------|------------|-------|-------|-------|----------|---------|-------|----------|------|------|
| INDURA Grupo AIR PRODUCTS | FECHA | | | OPERADORES | | | | | | | | | |
| | DIA | MES | AÑO | 1 TURNO | | | | | 2 TURNO | | | | |
| TEMPERATURAS MOTOR | RANGOS DE | NOMENCLATURA | 1º TURNO | | | | | 2º TURNO | | | | | |
| | | | 9:00 | 11:00 | 13:00 | 15:00 | 17:00 | 19:00 | 21:00 | 23:00 | 1:00 | 3:00 | 5:00 |
| Estator A | 75...95 | °C TE 106 | | | | | | | | | | | |
| Estator B | 80...95 | °C TE 107 | | | | | | | | | | | |
| Estator C | 78...90 | °C TE 108 | | | | | | | | | | | |
| Temp. Descanso interno | 65...70 | °C TE 109 | | | | | | | | | | | |
| Temp. Descanso externo | 65...70 | °C TE 110 | | | | | | | | | | | |
| VIBRACIONES | | | | | | | | | | | | | |
| 1ª Etapa | 0.5...1.2 | Mils VT 110 | | | | | | | | | | | |
| 2ª Etapa | 0.2...0.4 | Mils VT 111 | | | | | | | | | | | |
| 3ª Etapa | 0.2...0.4 | Mils VT 112 | | | | | | | | | | | |
| AIRE DE ENTRADA Y SALIDA | | | | | | | | | | | | | |
| Temp. Entrada Aire | Ambiente | °C TI2100 | | | | | | | | | | | |
| Temp. Salida 1ª etapa | 115...148 | °C TI 2110 | | | | | | | | | | | |
| Temp. Entrada 2ª etapa | 35...50 | °C TE 103 | | | | | | | | | | | |
| Temp. Salida 2ª etapa | 125...138 | °C TI 2115 | | | | | | | | | | | |
| Temp. Entrada 3ª etapa | 30...45 | °C TE 104 | | | | | | | | | | | |
| Temp. Salida 3ª etapa | 80...95 | °C TI 2113 | | | | | | | | | | | |
| Temp. descarga | 22...35 | °C TE 105 | | | | | | | | | | | |
| Presión sistema | 71...77 | Psi PT 101 | | | | | | | | | | | |
| Presión descarga | 72...75 | Psi PT 102 | | | | | | | | | | | |
| CONTROL AUTOMÁTICO | | | | | | | | | | | | | |
| Válvula de admisión (VANE) | ----- | % FY 101 | | | | | | | | | | | |
| Válvula vertice (BLOW OFF) | ----- | % PY 102 | | | | | | | | | | | |
| AGUA ENFRIAMIENTO | | | | | | | | | | | | | |
| Salida enfriador 1ª etapa | 22...32 | °C TI 2132 | | | | | | | | | | | |
| Salida enfriador 2ª etapa | 24...35 | °C TI 2131 | | | | | | | | | | | |
| Salida enfriador 3ª etapa | 23...34 | °C TI 2138 | | | | | | | | | | | |
| Presión de entrada | 30...38 | Psi PI 4331 | | | | | | | | | | | |
| Temp. Salida intercambiador ad | 24...34 | °C TI 2137 | | | | | | | | | | | |
| ACEITE | | | | | | | | | | | | | |
| Presión de aceite | 15...30 | Psi PT 105 | | | | | | | | | | | |
| Temp. Aceite entrada intercambi | 52...58 | °C TI 2134 | | | | | | | | | | | |
| Temp. Aceite salida intercambia | 42...49 | °C TE 101 | | | | | | | | | | | |
| PDI 2134 | 750...850 | mbar PDI 2134 | | | | | | | | | | | |
| CONDICIONES DE OPERACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
| Corriente de motor | 119...147 | Amp IT 114 | | | | | | | | | | | |
| Señal motor encendido | ----- | ON | | | | | | | | | | | |
| Señal paro de emergencia | ----- | N | | | | | | | | | | | |
| Surge Watch en motor | ----- | % | | | | | | | | | | | |
| Contador de Surge | ----- | CIU | | | | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | | | | | | | | | |
| PRIMER TURNO | | | | | | | | | | | BO-H3-01 | | |
| SEGUNDO TURNO | | | | | | | | | | | | | |

Página 1

5.4.3. Puesta en marcha de la Unidad de Refrigeración IT-MEC-PMUREF-01

| Edición.: | Fecha: | Emi: R. Andrango | Rev: Control de Calidad | Apr: Jefe de Planta | Prox. Rev.: |
|------------------|------------|---------------------|-------------------------------|------------------------|----------------|
| IT-MEC-PMUREF-01 | 16/06/2015 | | | | Ene/2017 |

1. OBJETIVO

Determinar los procedimientos para la correcta puesta en marcha y operación de la Unidad de Refrigeración R 2401 como elemento primordial dentro de los procesos de la Planta A.S.U. de INDURA ECUADOR S.A. de Fabricación de Líquidos Criogénicos y Gases para aplicación Medicinal o Industrial.

2. ALCANCE

El contenido de este documento debe ser aplicado por el personal de la Planta A.S.U. de INDURA ECUADOR S.A.

3. REFERENCIAS

No aplica.

4. DEFINICIONES

Arranque: Puesta en marcha y operación de la Unidad de Refrigeración R 2401.

5. INSTRUMENTOS, MATERIALES Y/O HERRAMIENTAS

No aplica

6. ELEMENTOS DE SEGURIDAD DE USO OBLIGATORIO

- ✓ Zapatos de seguridad
- ✓ Protección auditiva
- ✓ Lentes de seguridad
- ✓ Guantes de seguridad
- ✓ Casco

Nota: El operador en caso de encontrar la tarjeta candado, no podrá hacer funcionar las máquinas, ni retirar la tarjeta sin previa autorización correspondiente del Jefe de Planta ASU y VSA. Todos los ajustes o limpieza de máquinas tienen que efectuarse con el equipo detenido.

7. INSTRUCCIÓN

| TAREA | INCONVENIENTES Y RIESGOS POSIBLES | TIPO DE RIESGO | ACCIONES CORRECTIVAS O MEDIDAS DE CONTROL |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Energizar tablero de control de la unidad de refrigeración. Switch MAKE LIVE. Con esta operación se alimenta todo el sistema (está energizado), esto debe realizarse el día anterior a la partida, para que el calefactor de aceite, eleve la temperatura de aceite en el cárter del compresor. | Exposición al ruido | D | Capacitación: video uso de EPP EPP: Protección auditiva. |
| | Atascamiento del equipo | B | EPP: Gafas, Lentes de seguridad, Cascos. |
| 2. Energizar las bombas de recirculación desde el tablero de M.C.C., con el interruptor que controla y se encuentran denominadas con su respectiva codificación. | Descarga Eléctrica | B | Capacitación EPP: Lentes de seguridad, guantes, Cascos, zapatos de seguridad |
| 3. Poner en funcionamiento bomba de recirculación de agua fría. | Caída a desnivel | B | Capacitación, video uso de EPP EPP: Casco, guantes, zapatos de seguridad, Lentes de seguridad |

| | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4. Llenar con agua todo el sistema de refrigeración, hasta que la válvula de desfogue del intercambiador salga agua y no aire. | Exposición al ruido | D | Capacitación: uso de EPP EPP: Protección auditiva. |
| | Caída a desnivel | D | Capacitación: uso de EPP. EPP: Casco, guantes, zapatos de seguridad, lentes de seguridad |
| 5. Previamente hacemos funcionar la bombas abiertas todas las válvulas y purgamos el aire del sistema mediante las válvulas de purga (2414A, 2414B, 2419) hasta que la oscilación del manómetro sea mínima (PI2423, PI2422). | Exposición al ruido | D | Capacitación: uso de EPP. EPP: Protección auditiva, lentes de seguridad |
| | Atascamiento del equipo | B | EPP: Gafas, Lentes de seguridad, Cascos. |
| 6. Llevar el Switch STOP/RUN a la posición RUN. Terminado este paso la unidad se encuentra en operación automática, siempre debe encontrarse en la posición STOP, antes de ubicarle en automático. | Exposición al ruido | D | Capacitación: uso de EPP. EPP: Protección auditiva, lentes de seguridad |
| | Descarga Eléctrica | B | Capacitación EPP: Lentes de seguridad, guantes, Cascos, zapatos de seguridad |

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>7. Luego de la puesta en marcha del sistema de refrigeración se verifica que las válvulas (V-2482) y (V-2481) se encuentren completamente abiertas ya que estas permitirán verificar el nivel acumulado en el separador de agua Ciclón (E-2405) mostrado en el Indicadora de Nivel (LA-2405)</p> | <p>Exposición al ruido</p> | <p>D</p> | <p>Capacitación: video uso de EPP. EPP: Protección auditiva, lentes de seguridad</p> |
| <p>8. Al encontrarse el sistema en marcha se verificara el funcionamiento del drenador automático (RIFOX) situado luego de la válvula (V-2437) de igual manera el funcionamiento del sistema de By-pass con la apertura de la válvula V2439.</p> | <p>Caída a desnivel</p> | <p>C</p> | <p>Capacitación; video uso de EPP EPP: Casco, guantes, zapatos de seguridad, lentes de seguridad</p> |
| <p>8. Al encontrarse el sistema en marcha se verificara el funcionamiento del drenador automático (RIFOX) situado luego de la válvula (V-2437) de igual manera el funcionamiento del sistema de By-pass con la apertura de la válvula V2439.</p> | <p>Exposición al ruido</p> | <p>D</p> | <p>Capacitación; video uso de EPP. EPP: Protección auditiva, lentes de seguridad</p> |

8. RESPONSABILIDADES

8.1 El Operador de Planta es el responsable de la correcta puesta en marcha y operación de la unidad de refrigeración R 2401.

8.2 El Jefe de Planta ASU y VSA es responsable de verificar lo descrito en esta Instrucción de Trabajo, así como la eficiencia de los sistemas de control y funcionamiento.

8.3 El Gerente de Operaciones es responsable de brindar los recursos necesarios para el cumplimiento de este instructivo de trabajo.

9. REGISTROS

| Nombre | Recolección | Indexación | Acceso | Lugar | Medio | Tiempo | Disposición |
|-----------------|--------------------|------------|--------|-------------------|-------|--------|-------------|
| Registro diario | Operador de Planta | Por Fecha | Libre | Archivo de Planta | Papel | 1 año | Destruir |

10. FORMATOS

ANEXO 1. Registro (BO-H2-03): Bitácora de Operación – Unidad de Refrigeración (R-2401)

| FECHA | | OPERADORES | | | | | | | | | | LOTE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------|---------|-------------|---------|------------------------|---------|-------------------|------------------|----------------------------|---------------|------------------|--------------------|---------------|------------------|---------------|----------|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----------|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| DIA | MES | AÑO | 1 TURNO | | | | | 2 TURNO | | | | | LOX | LIN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INDURA Grupo AIR PRODUCTS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BITÁCORA DE OPERACIÓN - UNIDAD DE REFRIGERACIÓN (R-2401) - FILTRO PRINCIPAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| UNIDAD DE REFRIGERACIÓN R 2401 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PRESION AGUA | | TEMPERATURA | | | | COMPRESOR DE FREON | | | | SEPARADOR DE AGUA (CICLÓN) | | | TOTALIZADOR MASICO | | FILTRO PRINCIPAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PI 2422 | PI 2423 | TI 2411 | TI 2412 | TI 2413 | PI 2424 | TI 2424 | PI 2425 | TI 2425 | PRESION DEL AGUA | CORRIENTE | NIVEL DE AGUA | FUNCIONAL | GOX (Adelica) | GAN | PRE FILTER | FINAL FILTER | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BAR | BAR | °C | °C | °C | BAR | °C | BAR | °C | BAR | AMP | % | Estado | kg | kg | Pa | Pa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RANGOS DE OPER. | 1.5...2.6 | 1.5...2.6 | 4...10 | 4...8 | 3...8 | 8...15 | 20...45 | 3...6 | -1...-8 | 9...15 | 0...35 | 0...15% | ----- | ----- | 50...120 | 150...400 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Página 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REGISTRO DIARIO DE ENERGIA Y NIVELES DE ESTANQUES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| KW EN 2.4 KV | | KW EN 2.4 KV | | KW EN 440 V | | TK1 - LOX - PRODUCCION | | VS - 11000 SUMIN. | | TK1 - LIN - PROD. | | VS - 1500 SUMIN. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kw /h | | Kvar/h | | Kw/h | | % Tablero | | Manóm (m3 X 1K) | | PRESION (psi) | | Manometro *H2O | | PRESION (psi) | | PRESION (psi) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <td rowspan="14">1- TURNO</td> <td>7:00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr><td>9:00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>11:00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>13:00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>15:00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>17:00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>19:00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>21:00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>23:00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td rowspan="5">2- TURNO</td> <td>1:00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr><td>3:00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5:00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7:00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7:00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> | | | | | | | | | | | | | | | | | 1- TURNO | 7:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 9:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 11:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 13:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 15:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 17:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 19:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 21:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 23:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2- TURNO | 1:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 3:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 5:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7:00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1- TURNO | 7:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 9:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 11:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 13:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 15:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 17:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 19:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 21:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 23:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2- TURNO | 1:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 3:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 5:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 7:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 7:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PRIMER TURNO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SEGUNDO TURNO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

5.4.4. Puesta en marcha Molecular Sieve 2600 IT-MEC-PMAMO-01

| Edición.: | Fecha: | Emi: R. Andrango | Rev: Control de Calidad | Apr: Jefe de Planta | Prox. Rev.: |
|-----------------|------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------|
| IT-MEC-PMAMO-01 | 16/06/2015 | | | | Jun/2017 |

1. OBJETIVO

Establecer un procedimientos para la correcta puesta en marcha y operación de los Filtros Moleculares (Molecular Sieve) como parte primordial de los procesos de la Planta A.S.U. de INDURA ECUADOR S.A. de Fabricación de Líquidos Criogénicos y Gases para aplicación Medicinal o Industrial.

2. ALCANCE

Los contenidos de este documento, son aplicables para todo el personal de la Planta A.S.U. de INDURA ECUADOR S.A. y cubre las actividades para la operación y puesta en marcha de los Filtros Moleculares (Molecular Sieve) A2601 y A2602.

3. REFERENCIAS

No aplica

4. DEFINICIONES

Molecular Sieve: Elemento adsorbente de la Humedad, CO₂ e Hidrocarburos presentes en el aire.

5. INSTRUMENTOS, MATERIALES Y/O HERRAMIENTAS

No aplica

6. ELEMENTOS DE SEGURIDAD DE USO OBLIGATORIO

- ✓ Zapatos de seguridad
- ✓ Protección auditiva
- ✓ Lentes de seguridad
- ✓ Casco

Nota: El operador en caso de encontrar la tarjeta candado, no podrá hacer funcionar las maquinas, ni retirar la tarjeta sin previa autorización correspondiente (Operador designado en la tarjeta o Jefe de Planta ASU y VSA). Todos los ajustes o limpieza de máquinas tienen que efectuarse con el equipo detenido.

7. INSTRUCCIÓN

| TAREA | INCONVENIENTES Y RIESGOS POSIBLES | TIPO DE RIESGO | ACCIONES CORRECTIVAS O MEDIDAS DE CONTROL |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 1. En la pantalla de control principal, módulo de control de la unidad de adsorbedores moleculares, debe encontrarse en posición detenido. Unidad en modo manual (pantalla de control → filtros moleculares). El paso de regeneración, cuando se detuvo la planta debe ser ADS1:4 ó ADS2:4 esto significa regenerando filtro 1 o 2 en el paso 4 que es presurización todo esto indicado por señal luminosa Además debe estar señal de S.STEP. | N/A | N/A | N/A |
| 2. Cuando parte el compresor principal, y se va elevando su presión de trabajo, también uno de los filtros moleculares eleva su presión, hasta igualarse con la presión de descarga del compresor (4.5 bar). Si alguno de los filtros alcanza la misma presión de descarga del compresor principal, proseguir como sigue. | Saturación del Molecular Sieve | B | Revisión constante de los registros diarios del analizador de CO ₂ |
| 3. Presionar el indicador E-HEATER POWER ON para energizar el calefactor de regeneración. | | | |

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>4. En la pantalla de control de los filtros moleculares la señal de S.STEP se apagará. Se deberá esperar 15 minutos (tiempo de presurización) para que el otro filtro se presurice. Cuando esto ocurra, la señal de S.STEP se encenderá en forma intermitente, indicando que se debe avanzar en forma manual al siguiente paso.</p> | <p>Saturación del Molecular Sieve</p> | <p>B</p> | <p>Revisión constante de los registros diarios del analizador de CO₂</p> |
| <p>5. Presionar S.STEP con lo cual se avanza al paso siguiente, que puede ser ADS1:1 ó ADS2:1.</p> | | | |
| <p>6. Presionar AUTOMATIC, con esta operación los filtros quedan operando en forma automática.</p> | | | |

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>7. Cuando el sistema de control de los filtros avance, a la posición ADS1:2 ó ADS2:2, será necesario abrir la válvula 2662, para flujo de aire de regeneración a los filtros (900 M3) registrados en el indicador FIA 2610 (Pantalla de control). Válvula 2662 deberá cerrarse cuando tengamos presión en la columna.</p> | Exposición al ruido | D | Capacitación: video uso de EPP EPP: Casco, guantes, zapatos de seguridad, lentes de seguridad |
| | Caída a desnivel | C | Capacitación: video uso de EPP EPP.: Casco, guantes, zapatos de seguridad, lentes de seguridad |
| | Disergonomía | D | Capacitación: videos cuidado de la espalda en el trabajo. |
| | Atascamiento | B | EPP: Casco, guantes, zapatos de seguridad, lentes de seguridad |

8. RESPONSABILIDADES

- 8.1 El Operador de Planta es responsable de realizar las actividades descritas de acuerdo con esta instrucción.
- 8.2 El Jefe de Planta ASU y VSA, es responsable de verificar el cumplimiento de esta instrucción.
- 8.3 El Gerente de Operaciones es responsable de brindar los recursos necesarios para el cumplimiento de esta instrucción de trabajo.

9. REGISTROS

| Nombre | Recolección | Indexación | Acceso | Lugar | Medio | Tiempo | Disposición |
|-----------------|--------------------|------------|--------|-------------------|-------|--------|-------------|
| Registro diario | Operador de Planta | Por Fecha | Libre | Archivo de Planta | Papel | 1 año | Destruir |

10. FORMATOS

ANEXO1. Registro BO-H5-01: Bitácora de Operación Turbina de Expansión (TBX-2501) – PPU's (2601-2602)

11. ETIQUETAS

No aplica

ANEXO1. Registro BO-H5-01: Bitácora de Operación Turbina de Expansión (TBX-2501) – PPU's (2601-2602)

| BITÁCORA DE OPERACIÓN TURBINA DE EXPANSIÓN (TBX-2501) - PPU's (2601-2602) | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|------|------|
| INDURA GrupoAIR PRODUCTS | FECHA | | | OPERADORES | | | | | | | | | |
| | DIA | MES | AÑO | 1 TURNO | | | | | 2 TURNO | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| ADSORVEDOR | RANGOS DE OPERACIÓN | NOMENCLATURA | | 1° TURNO | | | | | 2° TURNO | | | | |
| | | | | 9:00 | 11:00 | 13:00 | 15:00 | 17:00 | 19:00 | 21:00 | 23:00 | 1:00 | 3:00 |
| Presion Deshidratador 2601 | 0...5 | bar | PI 2601 | | | | | | | | | | |
| Presion Deshidratador 2602 | 0...5 | bar | PI 2602 | | | | | | | | | | |
| Paso / # de filtro molecular | ----- | | | | | | | | | | | | |
| AIRE | | | | | | | | | | | | | |
| FI 4270 | 120...145 | Nm ³ /h | FI 4270 | | | | | | | | | | |
| PI 4270 | 4,0...5 | bar | PI 4270 | | | | | | | | | | |
| TURBINA DE EXPANSION | | | | | | | | | | | | | |
| Presion entrada | 22...25 | bar | PT - 2501 | | | | | | | | | | |
| Presion salida | 4,5.....5,5 | bar | PT - 2502 | | | | | | | | | | |
| Gup pressure | 10,5.....11,5 | bar | PI - 502 | | | | | | | | | | |
| Seal gas | 10,8.....11,3 | bar | PI - 504 | | | | | | | | | | |
| Posicion By pass | ----- | % | HIC - 522 | | | | | | | | | | |
| Velocidad | 26,5k...28,0k | rpm | SI - 2501 | | | | | | | | | | |
| Posicion tobera | ----- | % | GI - 2502 | | | | | | | | | | |
| Presion acelle | 2,2...2,8 | bar | PI - 503 | | | | | | | | | | |
| Temperatura aceite turbina | 30.....40 | °C | | | | | | | | | | | |
| Temperatura entre cojinetes TBX | 31.....55 | °C | TE-2511 | | | | | | | | | | |
| Temperatura descanso interior | 35.....60 | °C | TE - 2512 | | | | | | | | | | |
| Temperatura descarga de aire | 45.....80 | °C | TE - 2513 | | | | | | | | | | |
| BOOSTER | | | | | | | | | | | | | |
| Presion de entrada | 18.....19,5 | bar | PI - 506 | | | | | | | | | | |
| Presion de Salida | 23.....25 | bar | PI - 507 | | | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | | | | | | | | | |
| PRIMER TURNO | | | | | | | | | | | | | |
| SEGUNDO TURNO | | | | | | | | | | | | | |

Página 1

BO-H5-01

5.4.5. Puesta en marcha Compresor Reciclo C2102 IT-MEC-RECC2102-01

| Edición.: | Fecha: | Emi: R. Andrango | Rev: Control de Calidad | Apr: Jefe de Planta | Prox. Rev.: |
|--------------------|------------|---------------------|-------------------------------|------------------------|----------------|
| IT-MEC-RECC2102-01 | 16/06/2015 | | | | Jun/2017 |

1. OBJETIVO

Establecer un procedimientos para la correcta puesta en marcha y operación del Compresor de reciclo C2102 como elemento primordial dentro de los procesos de la Planta A.S.U. de INDURA ECUADOR S.A. de Fabricación de Líquidos Criogénicos y Gases para aplicación Medicinal o Industrial.

2. ALCANCE

El contenido de este documento aplica a todo el personal de la Planta A.S.U. de INDURA ECUADOR S.A. y cubre las actividades para la correcta puesta en marcha del compresor de reciclo C2102.

3. REFERENCIAS

No aplica.

4. DEFINICIONES

No aplica.

5. INSTRUMENTOS, MATERIALES Y/O HERRAMIENTAS

No aplica

6. ELEMENTOS DE SEGURIDAD DE USO OBLIGATORIO

- ✓ Zapatos de seguridad
- ✓ Protección auditiva
- ✓ Lentes de seguridad
- ✓ Casco

7. INSTRUCCIÓN

- ✓ Previo a la partida del compresor de reciclado C2102 deben cumplirse las siguientes condiciones:

| TAREA | INCONVENIENTES Y RIESGOS POSIBLES | TIPO DE RIESGO | ACCIONES CORRECTIVAS O MEDIDAS DE CONTROL |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Comprobar la circulación de agua refrigerada (ver PI 4331 con presión mínima de 2,3 bar). | N/A | N/A | N/A |
| 2. Tener energizado el tablero de control del compresor (Cuarto MCC, Tablero de control 1, interruptor automático Q2) | Exposición al ruido | D | Capacitación, video uso de EPP EPP: Protección auditiva. |
| | Descarga Eléctrica | B | Capacitación EPP: Lentes de seguridad, guantes, Cascos, zapatos de seguridad |

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Caída a desnivel | B | Capacitación, video uso de EPP EPP: Casco, guantes, zapatos de seguridad, Lentes de seguridad |
| 3. Tener temperatura de aceite > 20 °C en el cárter (haber conectado el calefactor de aceite el día anterior a la partida, en el panel principal de energía). | Exposición al ruido | D | Capacitación, video uso de EPP EPP: Protección auditiva. |
| | Caída a desnivel | B | Capacitación, video uso de EPP EPP: Casco, guantes, zapatos de seguridad, Lentes de seguridad |
| 4. Encender bomba de aceite en el panel principal de energía | Descarga Eléctrica | B | Capacitación EPP: Lentes de seguridad, guantes, Cascos, zapatos de seguridad |
| | Exposición al ruido | D | Capacitación, video uso de EPP EPP: Protección auditiva. |

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---|-------------------------------------------------------------|
| | Atascamiento del equipo | B | EPP: Gafas, Lentes de seguridad, Cascos. |
| 5. Bomba auxiliar de aceite en operación, switch en posición ON en tablero de control. | Exposición al ruido | D | Capacitación, video uso de EPP EPP: Protección auditiva. |
| | Caída a desnivel | B | Capacitación, video uso de EPP EPP: Protección auditiva. |
| 6. Se verifica que la set point de compresor se encuentre en 240 psi (tablero del compresor, → set points, → operador), de no ser así se procede de la siguiente manera: ubicarse en set point presión (↑, ↓), colocarse en el dígito que se desea cambiar mediante y cambiarlo con ↑ ó ↓ al valor que se requiera. | Exposición al ruido | B | Capacitación, video uso de EPP EPP: Protección auditiva. |

EN ESTE MOMENTO EL COMPRESOR ESTA LISTO PARA PARTIR

| TAREA | INCONVENIENTES Y RIESGOS POSIBLES | TIPO DE RIESGO | ACCIONES CORRECTIVAS O MEDIDAS DE CONTROL |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------|
| 7. Comprobar luz verde en el tablero arrancador | Exposición al ruido | B | Capacitación, video uso de EPP EPP: Protección auditiva. |
| 8. Verificar que no exista ninguna alarma en el tablero de control del compresor | Exposición al ruido | B | Capacitación: video uso de EPP EPP: Protección auditiva. |
| 9. Presionar el botón de partida/start en el tablero de control del compresor. | Exposición al ruido | B | Capacitación: video uso de EPP EPP: Protección auditiva. |
| 10. Verificar una presión estable en el tablero de control. | Exposición al ruido | B | Capacitación: video uso de EPP EPP: Protección auditiva. |

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---|-------------------------------------------------------------|
| 11. Se eleva presión según se vaya levantando la planta, mediante el procedimiento descrito en el paso 6 hasta la presión de trabajo. | Exposición al ruido | B | Capacitación, video uso de EPP EPP: Protección auditiva. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---|-------------------------------------------------------------|

CUMPLIENDOSE TODO LO ANTERIOR EL COMPRESOR SE ENCUENTRA EN REGIMEN DE TRABAJO.

8. RESPONSABILIDADES

8.1 El Operador de Planta es el responsable de realizar las actividades descritas de acuerdo con esta instrucción.

8.2 El Jefe de Planta ASU Y VSA es responsable de verificar que se cumpla lo señalado en este documento.

8.3 El Gerente de Operaciones es responsable de brindar los recursos necesarios para el cumplimiento de lo descrito en este instructivo de trabajo.

9. REGISTROS

| Nombre | Recolección | Indexación | Acceso | Lugar | Medio | Tiempo | Disposición |
|-----------------|--------------------|------------|--------|-------------------|-------|--------|-------------|
| Registro diario | Operador de Planta | Por Fecha | Libre | Archivo de Planta | Papel | 1 año | Destruir |

10. FORMATOS

Anexo 1. Registro BO-H4-02: Bitácora de Planta – Compresor de Reciclo (C-2102)

| BITÁCORA DE OPERACIÓN- COMPRESOR DE RECICLO (C-2102) | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------|--------------|---------------|----------|------------|-------|-------|-------|----------|---------|-------|------|------|------|------|
| INDURA Grupo AIR PRODUCTS | FECHA | | | OPERADORES | | | | | | | | | | |
| | DIA | MES | AÑO | 1 TURNO | | | | | 2 TURNO | | | | | |
| TEMPERATURAS MOTOR | RANGOS DE | NOMENCLATURA | 1º TURNO | | | | | 2º TURNO | | | | | | |
| | | | 9:00 | 11:00 | 13:00 | 15:00 | 17:00 | 19:00 | 21:00 | 23:00 | 1:00 | 3:00 | 5:00 | 7:00 |
| Estator A | 85.....120 | °C TE 106 | | | | | | | | | | | | |
| Estator B | 85.....120 | °C TE 107 | | | | | | | | | | | | |
| Estator C | 85.....120 | °C TE 108 | | | | | | | | | | | | |
| Temp. Descanso interno | 60.....86 | °C TE 109 | | | | | | | | | | | | |
| Temp. Descanso externo | 62.....88 | °C TE 110 | | | | | | | | | | | | |
| VIBRACIONES | | | | | | | | | | | | | | |
| 1ª Etapa | 0,2.....1,5 | Mils VT 110 | | | | | | | | | | | | |
| 2ª Etapa | 0,2.....1,5 | Mils VT 111 | | | | | | | | | | | | |
| AIRE DE ENTRADA Y SALIDA | | | | | | | | | | | | | | |
| Temp. Entrada 1ª Etapa | 18.....30 | °C TI 2161 | | | | | | | | | | | | |
| Temp. Salida 1ª Etapa | 100.....120 | °C TI 2152 | | | | | | | | | | | | |
| Temp. Entrada 2ª Etapa | 15.....35 | °C TE 103 | | | | | | | | | | | | |
| Temp. Salida 2ª Etapa | 00.....120 | °C TI 2154 | | | | | | | | | | | | |
| Temp. descarga | 30.....45 | °C TE 105 | | | | | | | | | | | | |
| Presión sistema | 260.....276 | Psi PT 101 | | | | | | | | | | | | |
| Presión descarga | 260.....281 | Psi PT 102 | | | | | | | | | | | | |
| CONTROL AUTOMATICO | | | | | | | | | | | | | | |
| Válvula de admisión (VANE) | ----- | % FY 101 | | | | | | | | | | | | |
| Válvula venteo (BLOW OFF) | ----- | % PY 102 | | | | | | | | | | | | |
| AGUA ENFRIAMIENTO | | | | | | | | | | | | | | |
| Salida enfriador 1ª etapa | 25.....38 | °C TI 2182 | | | | | | | | | | | | |
| Salida enfriador 2ª etapa | 25.....38 | °C TI 2181 | | | | | | | | | | | | |
| Temp. Salida intercambiador ace | 20.....35 | °C TI 2187 | | | | | | | | | | | | |
| ACEITE | | | | | | | | | | | | | | |
| Presión de aceite | 15.....32 | Psi PT 105 | | | | | | | | | | | | |
| Temp. Aceite entrada intercambi | 52.....58 | °C TI 2184 | | | | | | | | | | | | |
| Temp. Aceite salida intercambiad | 42.....50 | °C TE 101 | | | | | | | | | | | | |
| PDI 2134 | 390.....1110 | mbar PDI 2193 | | | | | | | | | | | | |
| CONDICIONES DE OPERACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| Corriente de motor | 164.....195 | Amp IT 114 | | | | | | | | | | | | |
| Señal motor encendido | ----- | ON | | | | | | | | | | | | |
| Señal paro de emergencia | ----- | N | | | | | | | | | | | | |
| Surge Watch en motor | ----- | % | | | | | | | | | | | | |
| Contador de Surge | ----- | CU | | | | | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | | | | | | | | | | |
| PRIMER TURNO | | | | | | | | | | | | | | |
| SEGUNDO TURNO | | | | | | | | | | | | | | |

Página 1

BO-H4-02

11. ETIQUETAS

No aplica

5.4.6. Puesta en Marcha de Turbina de Expansión IT-MEC-PMTEX-01

| Edición.: | Fecha: | Emi: R. Andrango | Rev: Control de Calidad | Apr: Jefe de Planta | Prox. Rev.: |
|-----------------|------------|---------------------|-------------------------------|------------------------|----------------|
| IT-MEC-PMTEX-01 | 16/06/2015 | | | | Jun/2017 |

1. OBJETIVO

Aplicar de forma correcta el procedimiento para la puesta en marcha y operación de la Turbina de Expansión X-2501 en Planta ASU de INDURA ECUADOR S.A., para la Fabricación de Líquidos Criogénicos y Gases, para aplicación Medicinal o Industrial.

2. ALCANCE

Esta Instrucción de trabajo aplica a todo el personal de la Planta A.S.U. de INDURA ECUADOR S.A. y cubren las actividades necesarias para la correcta puesta en marcha de la Turbina de expansión X-2501.

3. REFERENCIAS

No aplica.

4. DEFINICIONES

No aplica.

5. INSTRUMENTOS, MATERIALES Y/O HERRAMIENTAS

No aplica

6. ELEMENTOS DE SEGURIDAD DE USO OBLIGATORIO

- ✓ Zapatos de seguridad
- ✓ Protección auditiva
- ✓ Lentes de seguridad
- ✓ Guantes de seguridad
- ✓ Casco

Nota: El operador en caso de encontrar la tarjeta candado, no podrá hacer funcionar las máquinas, ni retirar la tarjeta sin previa autorización correspondiente (Operador designado en la tarjeta o Jefe de Planta). Todos los ajustes o limpieza de máquinas tienen que efectuarse con el equipo detenido.

7 INSTRUCCIÓN

7.1 Procedimiento de partida

| TAREA | INCONVENIENTES Y RIESGOS POSIBLES | TIPO DE RIESGO | ACCIONES CORRECTIVAS O MEDIDAS DE CONTROL |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 1. Se energiza tablero de control principal (Cuarto MCC, Tablero de control 1, interruptor automático Q3). | Exposición al ruido | D | Cap: Capacitación, video uso de EPP EPP: Protección auditiva. |

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. Se conecta calefactor de aceite (tablero principal de energía y control en turbina). | Descarga Eléctrica | B | Cap: Capacitación EPP: Lentes de seguridad, guantes, Cascos, zapatos de seguridad |
| | Caída a desnivel | B | Cap: Capacitación, video uso de EPP EPP: Casco, guantes, zapatos de seguridad, Lentes de seguridad |
| 3. Compresor de reciclo debe estar operando, para que turbina pueda partir. | N/A | N/A | N/A |
| 4. Poner en operación bomba de aceite. | Exposición al ruido | D | Cap: Capacitación, video uso de EPP EPP: Protección auditiva. |

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>5. Abrir LENTAMENTE válvula de entrada al booster V-5823. (Este paso debe realizarse en forma lenta, ya que es grande el volumen de aire, que está entrando al booster).</p> | <p>Exposición al ruido</p> | <p>D</p> | <p>Cap: Capacitación, uso de EPP. EPP: Protección auditiva, lentes de seguridad</p> |
| <p>6. Abrir válvulas V-3211 y V-3214 de entrada y salida de la turbina respectivamente. (lento). Temperatura de descansos del eje de la turbina > 15 °C</p> | <p>Disergonomía</p> | <p>D</p> | <p>Cap: Capacitación, Videos: Cuidado de la espalda en el trabajo</p> |
| | <p>Caída a desnivel</p> | <p>C</p> | <p>Cap: Capacitación, uso de EPP EPP: Casco, guantes, zapatos y lentes de seguridad</p> |
| | <p>Congelamiento</p> | <p>C</p> | <p>Cap: Capacitación, uso de EPP EPP: Casco, guantes, zapatos y lentes de seguridad.</p> |
| | <p>Atascamiento</p> | <p>B</p> | <p>EPP: Casco, guantes, zapatos y lentes de seguridad.</p> |

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>7. En la pantalla de control del PLC de la Turbina, ingresar en el ícono de operación y presionar en forma simultánea los botones F1 de Turbine On y F5 Open Nozless Abrir Tobera. Debiera sentirse un sonido similar al destapar una botella. Que es la apertura de la válvula HV-2501. Al marcar velocidad el indicador Speed, 15000 r.p.m., soltar el botón F1 Turbine On. Llevar abertura de tobera hasta que la velocidad alcance 19.000 r.p.m. Esta maniobra debe hacerse en menos de 30 segundos.</p> | <p>Exposición al ruido</p> | <p>D</p> | <p>Cap: Capacitación, video uso de EPP EPP: Protección auditiva.</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------|

| | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|
| <p>8. Cumplido lo anterior la Turbina se encuentra en operación. Se llevara a régimen de operación desde pantalla de control principal (HV2502 → open), a medida que se incremente la capacidad de la planta. No deberá tenerse una temperatura más baja que -175°C en la salida de turbina, registrado en la pantalla de control de turbina en TE 2502.</p> | <p>N/A</p> | <p>N/A</p> | <p>N/A</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|

8. RESPONSABILIDADES

- 8.1 El Operador de Planta es el responsable de correcta puesta en marcha y operación de la Turbina de expansión.
- 8.2 El Jefe de Planta ASU – VSA es el responsable de verificar lo descrito en esta instrucción.
- 8.3 El Gerente de Operaciones es responsable de brindar los recursos necesarios para el cumplimiento de esta instrucción de trabajo.

9. REGISTROS

| Nombre | Recolección | Indexación | Acceso | Lugar | Medio | Tiempo | Disposición |
|-----------------|--------------------|------------|--------|-------------------|-------|--------|-------------|
| Registro diario | Operador de Planta | Por Fecha | Libre | Archivo de Planta | Papel | 1 año | Destruir |

10. FORMATOS

ANEXO 1. Registro BO-H5-01: Bitácora de Operación Turbina de Expansión (TBX-2501) – PPU’s (2601-2602)

11. ETIQUETAS

| BITÁCORA DE OPERACIÓN TURBINA DE EXPANSIÓN (TBX-2501) - PPU's (2601-2602) | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------|----------|------------|-------|-------|---------|-------|----------|-------|------|------|------|
|  | FECHA | | | OPERADORES | | | | | | | | | |
| | DIA | MES | AÑO | 1 TURNO | | | 2 TURNO | | | | | | |
| ADSORVEDOR | RANGOS DE OPERACIÓN | NOMENCLATURA | 1° TURNO | | | | | | 2° TURNO | | | | |
| | | | 9:00 | 11:00 | 13:00 | 15:00 | 17:00 | 19:00 | 21:00 | 23:00 | 1:00 | 3:00 | 5:00 |
| Presion Deshidratador 2601 | 0...5 | bar PI 2601 | | | | | | | | | | | |
| Presion Deshidratador 2602 | 0...5 | bar PI 2602 | | | | | | | | | | | |
| Paso / # de filtro molecular | ----- | | | | | | | | | | | | |
| AIRE | | | | | | | | | | | | | |
| FI 4270 | 120...145 | Nm3/h FI 4270 | | | | | | | | | | | |
| PI 4270 | 4.0...5 | bar PI 4270 | | | | | | | | | | | |
| TURBINA DE EXPANSION | | | | | | | | | | | | | |
| Presion entrada | 22...25 | bar PT - 2501 | | | | | | | | | | | |
| Presion salida | 4.5.....5,5 | bar PT - 2502 | | | | | | | | | | | |
| Gup pressure | 10.5.....11,5 | bar PI - 502 | | | | | | | | | | | |
| Seal gas | 10,8.....11,3 | bar PI - 504 | | | | | | | | | | | |
| Posicion By pass | ----- | % HIC - 522 | | | | | | | | | | | |
| Velocidad | 26,5k...28,0k | rpm SI - 2501 | | | | | | | | | | | |
| Posicion tobera | ----- | % GI - 2502 | | | | | | | | | | | |
| Presion aceite | 2,2...2,8 | bar PI - 503 | | | | | | | | | | | |
| Temperatura aceite turbina | 30.....40 | °C | | | | | | | | | | | |
| Temperatura entre cojinetes TBX | 31.....55 | °C TE-2511 | | | | | | | | | | | |
| Temperatura descanso interior | 35.....60 | °C TE - 2512 | | | | | | | | | | | |
| Temperatura descarga de aire | 45.....80 | °C TE - 2513 | | | | | | | | | | | |
| BOOSTER | | | | | | | | | | | | | |
| Presion de entrada | 18.....19,5 | bar PI - 506 | | | | | | | | | | | |
| Presion de Salida | 23.....25 | bar PI - 507 | | | | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | | | | | | | | | |
| PRIMER TURNO | | | | | | | | | | | | | |
| SEGUNDO TURNO | | | | | | | | | | | | | |

Página 1

BO-H5-01

5.4.7. Partida en Frío de la Planta ASU Indura Ecuador S.A. IT-MEC-PARFRIO-01

| Edición.: | Fecha: | Emi: R. Andrango | Rev: Control de Calidad | Apr: Jefe de Planta | Prox. Rev. |
|-------------------|------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|------------|
| IT-MEC-PARFRIO-01 | 16/06/2015 | | | | Jun/2017 |

1. OBJETIVO

Establecer un procedimiento para la correcta puesta en marcha en una partida en frío de la Planta A.S.U. de INDURA ECUADOR S.A. de Fabricación de líquidos criogénicos y gases para aplicación Medicinal o Industrial.

2. ALCANCE

El contenido de este documento es aplicable para el Personal Operativo de la Planta A.S.U. de INDURA ECUADOR S.A.

3. REFERENCIAS

- IT-MEC-FILAIRE-01** : Partida del Filtro Principal
- IT-MEC-PMCPC2101-01** : Puesta en marcha compresor principal de aire C2101
- IT-MEC-PMUREF-01** : Puesta en marcha unidad de refrigeración
- IT-MEC-PMAMO-01** : Puesta en marcha Molecular Sieve 2600
- IT-MEC-RECC2102-01** : Puesta en marcha compresor reciclo C2102
- IT-MEC-PMTEX-01** : Puesta en marcha Turbina de Expansión

IT-MEC-PMCALANALIZ-01 : Puesta en marcha y calibración de analizadores.

4. DEFINICIONES

Partida en frío: Se refiere a una puesta en marcha cuando la planta ya está en régimen de trabajo y la columna se encuentra con temperaturas Criogénicas de -100 °C y la detención no ha superado las 8 hrs.

5. INSTRUMENTOS, MATERIALES Y/O HERRAMIENTAS

No aplica

6. ELEMENTOS DE SEGURIDAD DE USO OBLIGATORIO

- ✓ Zapatos
- ✓ Lentes
- ✓ Protección Auditiva

Nota: El Operador en caso de encontrar la tarjeta candado, no podrá hacer funcionar las maquinas, ni retirar la tarjeta sin previa autorización correspondiente (Operador designado en la tarjeta o Jefe de Planta ASU y VSA). Todos los ajustes o limpieza de máquinas tienen que efectuarse con el equipo detenido.

7. INSTRUCCIÓN

| TAREA | INCONVENIENTES Y RIESGOS POSIBLES | TIPO DE RIESGO | ACCIONES CORRECTIVAS O MEDIDAS DE CONTROL |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------|--------------------------------------------------|
| <p>1. Control previo al panel central: PIC 2610 - PIC 5880 - LV 3201- LV 3211 en automático. El resto de las válvulas en manual y cerradas</p> <p>NOTA: Si la detención ha sido de menos de 2 hrs, se sigue con el paso en que se detuvo el filtro Molecular, en operación manual. Asegurarse que el sistema de agua de enfriamiento esté en funcionamiento</p> | N/A | N/A | N/A |
| <p>2. Arrancar compresor de aire C2101, según IT de partida del compresor.</p> | Exposición al ruido | D | EPP: Protección auditiva |
| | Atascamiento del equipo, | B | EPP: Gafas, Casco, Guantes, zapatos de seguridad |

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 3. Arrancar Unidad de refrigeración LUWA, según instructivo | Riesgo operacional daño al equipo | D | Según IT-MEC- PMPC2101-01 Según instructivo IT- MEC- PMUREF-01 |
| | Descarga eléctrica | B | EPP: Gafas, Casco, Guantes, zapatos de seguridad |
| 4. Arrancar filtro molecular presionando los pulsando AUTO en la pantalla de control. | Saturación de Molecular Sieve | B | Revisión constante de registros |

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|
| <p>5. Abrir paso de aire a la columna. Esta operación debe hacerse en forma lenta. Válvula HV 5810 abrir al 100%, válvula HV 5870 se abre hasta 7% se prosigue lentamente hasta que comience a ingresar aire a la columna esto se verifica con FI 5810 (que marcará paso de flujo de aire) y PI 3201 (Presión columna media presión) se prosigue muy lentamente hasta que PI 3201 marque la misma presión de salida del compresor C 2101 en este momento se puede proceder más rápido con la apertura de HV 5870.</p> | N/A | N/A | N/A |
| <p>6. Se abre válvula HV 3211 hasta que la válvula LT 3201 baje del 100%</p> | | | |
| <p>7. Se abre válvula HV 3201 a 35%.</p> | | | |
| <p>8. Se abren FV 5820 y FV 5835 al 1% y 50% respectivamente</p> | | | |

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>9. Se arranca compresor de reciclo C2102 según IT del compresor</p> | | | <p>Según instructivo IT-MEC-RECC2102-01</p> |
| <p>10. Arrancar turbina, según instructivo, a 20.000 r.p.m. (70% abertura de tobera). Se lleva a régimen de operación a medida que la planta incrementa su capacidad</p> | <p>Riesgos operacional daño al equipo</p> | <p>D</p> | <p>Según instructivo IT-MEC-PMTEX-01</p> |
| <p>11. Se evacua O₂ del condensador hasta obtener pureza (99.40%) y luego se lleva producto al estanque. Se inicia producción de N₂ al mínimo, se abre válvula HV3207 a un 20% para eyectar el Nitrógeno a la atmósfera, cuando se alcance una pureza de 6 ppm se puede llevar el producto al estanque de almacenamiento.</p> | <p>Exposición al ruido</p> | <p>D</p> | <p>Capacitación, video uso de EPP. EPP: Protección auditiva, lentes de seguridad</p> |
| <p>Cuando se hayan estabilizado las purezas, llevar a punto de operación el compresor de reciclo y la turbina de expansión.</p> | <p>Disergonomía</p> | <p>D</p> | <p>Capacitación, Videos: Cuidado de la espalda en el trabajo</p> |
| | <p>Caída a desnivel</p> | <p>C</p> | <p>Capacitación, video uso de EPP EPP: Casco, guantes, zapatos de seguridad, lentes de seguridad</p> |

8. RESPONSABILIDADES

- 8.1 El Operador de Planta es responsable de realizar las actividades descritas de acuerdo con esta instrucción.
- 8.2 El Jefe de Planta ASU y VSA es responsable de verificar el cumplimiento de esta instrucción.
- 8.3 El Gerente de Operaciones es responsable de brindar los recursos necesarios para el cumplimiento de lo descrito en este instructivo de trabajo

9. REGISTROS

| Nombre | Recolección | Indexación | Acceso | Lugar | Medio | Tiempo | Disposición |
|-----------------|--------------------|------------|--------|-------------------|-------|--------|-------------|
| Registro diario | Operador de Planta | Por Fecha | Libre | Archivo de Planta | Papel | 1 año | Destruir |

10. FORMATOS

No aplica.

11. ETIQUETAS

No aplica

5.4.8. Partida en Caliente de la Planta ASU Indura Ecuador S.A. IT-MEC-PARFRIO-01

| Edición.: | Fecha: | Emi: R. Andrango | Rev: Control de Calidad | Apr: Jefe de Planta | Prox. Rev. |
|-------------------|------------|---------------------|-------------------------------|------------------------|------------|
| IT-MEC-PARCALI-01 | 16/06/2015 | | | | Jun/2017 |

1. OBJETIVO

Determinar y aplicar de forma correcta los procedimientos para la partida en caliente de la Planta A.S.U. de INDURA ECUADOR S.A. de Fabricación de Líquidos Criogénicos y Gases para aplicación Medicinal o Industrial.

2. ALCANCE

El contenido de este documento es aplicable para el Personal de la Planta A.S.U. de INDURA ECUADOR S.A. y cubre los procedimientos para una correcta puesta en marcha en caliente la Planta.

3. REFERENCIAS

- IT-MEC-FILAIRE-01 : Partida del Filtro Principal
- IT-MEC-PMCPC2101-01 : Puesta en marcha compresor principal de aire C2101
- IT-MEC-PMUREF-01 : Puesta en marcha unidad de refrigeración
- IT-MEC-PMAMO-01 : Puesta en marcha Molecular Sieve 2600
- IT-MEC-RECC2102-01 : Puesta en marcha compresor reciclo C2102
- IT-MEC-PMTEX-01 : Puesta en marcha Turbina de Expansión

IT-MEC-PMCALANALIZA-XX : Puesta en marcha y calibración de analizadores.

4. DEFINICIONES

Partida en caliente: se refiere a una puesta en marcha considerando todas las temperaturas de control en la columna de destilación $> 0^{\circ} \text{C}$ (mayor que cero).

5. INSTRUMENTOS, MATERIALES Y/O HERRAMIENTAS

No aplica

6. ELEMENTOS DE SEGURIDAD DE USO OBLIGATORIO

- ✓ Zapatos de seguridad
- ✓ Protección auditiva
- ✓ Lentes de seguridad

Nota: El Operador en caso de encontrar la tarjeta candado, no podrá hacer funcionar las maquinas, ni retirar la tarjeta sin previa autorización correspondiente (Jefe de Planta A.S.U. y VSA). Todos los ajustes o limpieza de máquinas tienen que efectuarse con el equipo detenido.

7. INSTRUCCIÓN

7.1.Procedimiento de partida en caliente

El proceso de partida en caliente, está compuesto de dos etapas:

- ✓ La primera de ellas corresponde a la etapa de soplado, con lo que se pretende eliminar cualquier presencia de humedad, que pudiera haber en cualquier punto de la planta.

Una vez que los análisis de humedad están correctos, se procede a la segunda etapa.

- ✓ Esta consiste principalmente en ir poniendo en operación, todas las máquinas y equipos de la planta y, llevarlos en forma paulatina al punto de trabajo, para obtener los líquidos criogénicos.

8. INSTRUCCIÓN

A) Procedimiento de Soplado

| TAREA | INCONVENIENTES Y RIESGOS POSIBLES | TIPO DE RIESGO | ACCIONES CORRECTIVAS O MEDIDAS DE CONTROL |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Todos los movimientos y posiciones de las válvulas se anotan en un flow-sheet. | N/A | N/A | N/A |
| 2. Cerrar válvula de inertización de columna QE3202. | Exposición al ruido | D | Capacitación, video uso de EPP. EPP: Protección auditiva, lentes de seguridad |
| 3. Poner en operación sistema de agua de enfriamiento. | Disergonomía | | Capacitación, Videos: Cuidado de la espalda en el trabajo |
| 4. Cerrar válvula V3230 | Caída a desnivel | C | Capacitación, uso de EPP EPP: Casco, guantes, zapatos de seguridad, gafas |

| | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5. Poner en operación compresor C2101 según IT correspondiente. | | | Según instructivo IT-MEC-PMPCPC2101-XX |
| 6. Poner en operación unidad Molecular Sieve. Según IT correspondiente, abrir válvula 2662 hasta obtener 900 M3 en FIA 2610 (Pantalla de control principal → filtros moleculares). Se regenerara uno de los filtros antes de ingresar aire al resto de la planta. | Riesgos operacional daño al equipo | D | Según instructivo IT-MEC-PMAMO-XX |
| 7. Poner en operación Unidad de refrigeración según IT correspondiente | | | Según instructivo IT-MEC-RECC2102-XX |
| 8. Pasar flujo de aire a la columna (abrir HV5810 y HV5870 lentamente). | N/A | N/A | N/A |
| 9. Abrir válvula 5821 de entrada a compresor de reciclo para soplar intercambiadores. | Exposición al ruido | D | Capacitación, video uso de EPP. EPP: Protección auditiva |
| | Disergonomía | | Capacitación, Videos: Cuidado de la espalda en el trabajo |
| | Caída a desnivel | C | Capacitación, video uso de EPP EPP: Casco, guantes, zapatos de seguridad, lentes de seguridad |

| | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10. Abrir completamente válvulas 4023 y 4024. | Caída a desnivel | B | Capacitación, video uso de EPP, charlas, video no empiece a trabajar sin él, trabajos en altura. EPP: Lentes de seguridad, protección auditiva, zapatos de seguridad, casco, arnés de seguridad. |
| | Exposición cambios de temperatura | C | EPP: Lentes de seguridad, protección auditiva, zapatos de seguridad, casco |
| | Exposición al ruido | D | EPP: Protección auditiva, |
| 11. Abrir válvulas de control a columna de baja presión a 50% (HV3211-HV3210-LV3201). Ventear líneas de producción por válvulas HV5820 y HV5835. | N/A | N/A | N/A |
| 12. Abrir válvula de purga de Helio. Abrir válvulas de Nitrógeno de aislación (4091-4092-4093) como en operación a 8m ³ /h. | Exposición al ruido | D | EPP: Protección auditiva, |

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Caída a desnivel | B | EPP: Casco, guantes, zapatos de seguridad, lentes de seguridad |
| | Exposición cambios de temperatura | C | EPP: Lentes de seguridad, protección auditiva, zapatos de seguridad, casco |
| 13. Soplar líneas de producción líquida por el eyector (válvulas 4172-4111-4176). | Exposición al ruido | D | Capacitación, video uso de EPP. EPP: Protección auditiva |
| | Disergonomía | | Capacitación, Videos: Cuidado de la espalda en el trabajo |
| | Congelamiento | C | Capacitación, charlas, Video: No empiece a trabajar sin el EPP: Guantes, delantal, lentes de seguridad, casco, zapatos de seguridad |
| | Caída a desnivel | | Capacitación, video uso de EPP EPP: Casco, guantes, zapatos de seguridad, lentes de seguridad |

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----|--------------------------------------------------------------------------------|
| 14. Abrir válvula HV 3201(10%), válvula V 5882 (100%). Cuando esta línea está seca, se cierra HV3201 y se seca el reciclo. | Exposición al ruido | D | Capacitación, video uso de EPP. EPP: Protección auditiva |
| | Disergonomía | | Capacitación, Videos: Cuidado de la espalda en el trabajo |
| | Caída a desnivel | C | Capacitación EPP: Casco, guantes, zapatos de seguridad, lentes de seguridad |
| 15. Purgar fuertemente tres veces todas las salidas a la atmósfera y, las líneas del eyector. Una por una. | N/A | N/A | N/A |
| 16. Secado de reciclo: Abrir válvula 5823 completamente y válvula 5821, hasta que en válvula 5882 haya un gran flujo. | Exposición al ruido | D | EPP: Protección auditiva |
| | Disergonomía | | Capacitación, Videos: Cuidado de la espalda en el trabajo |
| | Caída a desnivel | C | EPP: Casco, guantes, zapatos de seguridad, lentes de seguridad |

| | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------|
| <p>17. Secado de la Turbina de expansión:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Cerrar válvula 5823. · Válvula 4038 abierta completamente. · Prender bomba de aceite · HV2501 se abre con interruptor Pre-heating. · Abrir tobera a 120%. · Válvula 4036 completamente abierta. <p>Válvula 5870 abrir hasta que en PI5810 se registre 0.6 bar de presión.</p> | <p>Exposición al ruido</p> | | <p>Capacitación, video uso de EPP. EPP: Protección auditiva</p> |
| <p>18. Luego de realizar el secado de la turbina de expansión:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Cerrar válvula V5870 · Cerrar válvula 4036 · Cerrar tobera · Cerrar HV2501 con interruptor Pre-heating · Cerrar válvula 4038 | <p>Disergonomía</p> | <p>D</p> | <p>Capacitación, Videos: Cuidado de la espalda en el trabajo</p> |

| | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|-----------------------------------------------------------------------|
| <p>19. Para la verificación de humedad, se realizan medidas con tubos dragger en los siguientes puntos:</p> <ul style="list-style-type: none"> · V5882 (ver sí está seca línea a HV3201). · V5882 (ver sí está seco el reciclo). · HV5820. · HV5835. · V 4041 (línea de HC). · V4038. <p>Las mediciones de humedad deben realizarse con tubos colorimétricos Dragger las cuales no deben exceder de 1 ppm en cada uno de los puntos de medición.</p> <p>Cuando la planta está seca, se deben cerrarse todas las líneas de entrada y salida y las líneas de producto líquido. Cerrar HV5820 y HV5835 y evacuar por FIC5820 y FIC5835.</p> | <p>Caída a desnivel</p> | <p>C</p> | <p>EPP: Casco, guantes, zapatos de seguridad, lentes de seguridad</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|-----------------------------------------------------------------------|

B) Proceso de obtención de líquidos criogénicos.

| TAREA | INCONVENIENTES Y RIESGOS POSIBLES | TIPO DE RIESGO | ACCIONES CORRECTIVAS O MEDIDAS DE CONTROL |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------|-------------------------------------------|
| 20. Las siguientes válvulas deben abrirse a un 50% (HV3210-HV3211-LV3201) | N/A | N/A | N/A |
| 22. FV5820 y FV5835 a 1% se pueden mantener en automático aunque tengan flujos pequeños. | | | |
| 23. Poner en marcha compresor de reciclado C2102 a 240 bar, según IT-MEC-RECC2102-XX. | Riesgos operacional daño al equipo | D | Según instructivo IT-MEC-RECC2102-XX. |
| 24. Poner en operación turbina de expansión, de acuerdo a IT-MEC-PMTEX-XX. | | | Según instructivo IT-MEC-PMTEX-XX. |
| 25. Abrir HV3201a 35%. | N/A | N/A | N/A |
| 26. Subir lentamente presión de compresor C2102 a 245 bares, esperar la acumulación de líquidos para llevar al punto de operación. | Exposición al ruido, caídas a desnivel | C | Uso adecuado de EPP; |

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>27. Llevar la abertura de tobera en la turbina de expansión a 80%, lentamente; para tener aproximadamente 23500 r.p.m. Se llevara a carga total, una vez que la planta se haya estabilizado. No se deberá tener una temperatura < -170°C en la salida de la turbina (TE2502).</p> | N/A | N/A | N/A |
| <p>28. Cuando el nivel LV3201 alcanza el 50% se puede llevar a automático.</p> | | | |
| <p>29. Cuando LV3201 se mantiene constante en 80%, todo el líquido se lleva a la columna de baja presión, en la que comienza a aumentar la presión diferencial.</p> | | | |
| | Caída a desnivel | B | <p>Capacitación, video uso de EPP, charlas, video trabajos en altura. EPP: Lentes de seguridad, protección auditiva, zapatos de seguridad, casco, arnés de seguridad.</p> |

| | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>30. Cuando la presión en la columna de baja presión llegue a 0.7 bar, la válvula 4024 se va cerrando de tal manera de mantener la presión entre 0.4 y 0.6 bar en PI 3290. Esta es una maniobra en extremo delicada, debe realizarse en forma lenta y apropiada. Máxima complementación entre operador y ayudante.</p> | Exposición cambios de temperatura | C | EPP: Lentes de seguridad, protección auditiva, zapatos de seguridad, casco |
| | Exposición al ruido | D | Capacitación EPP: Protección auditiva. |
| <p>31. Una vez cerrada V4024 y teniendo un nivel de 15% en el condensador de oxígeno, la válvula 3230 se va abriendo en 3 intervalos hasta el 100% de apertura en la medida que aumenta el nivel en el condensador.</p> | Exposición al ruido | D | Capacitación, video uso de EPP. EPP: Protección auditiva |
| | Disergonomía | | Capacitación, Videos: Cuidado de la espalda en el trabajo. |
| | Caída a desnivel | C | Capacitación, video uso de EPP EPP: Casco, guantes, zapatos de seguridad, lentes de seguridad |

| | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 32. Cuando el nivel en el condensador de oxígeno este en 50%, mandar muestra de Oxígeno al analizador, si no posee la pureza requerida (99.30%) se deberá evacuar por la válvula 4172 hacia el eyector, hasta alcanzar el valor deseado. | Exposición al ruido | D | Capacitación, video uso de EPP. EPP: Protección auditiva |
| | Disergonomía | | Capacitación, Videos: Cuidado de la espalda en el trabajo. |
| 33. Para iniciar producción de Nitrógeno, se abre la válvula de líquido HV3207 y eyectando, por válvula 4176 hasta obtener 6 ppm, para llevar producto al estanque. | Caída a desnivel | C | Capacitación, video uso de EPP : Casco, guantes, zapatos de seguridad, lentes de seguridad. |
| | Congelamiento | | Capacitación, charlas, Video: No empiece a trabajar sin el EPP: Guantes, delantal, lentes de seguridad, casco, zapatos de seguridad. |
| 34. Cuando el proceso de producción se haya estabilizado, llevar la planta al rango de operación normal (C2102-X2501). | Riesgos operacional daño al equipo | D | Según instructivos IT-MEC-RECC2102-XX IT-MEC-PMTEX-XX |

8. RESPONSABILIDADES

8.1 El Operador de Planta es el responsable de realizar las actividades descritas de acuerdo con esta instrucción.

8.2 El Jefe de Planta ASU y VSA: es el responsable de verificar el cumplimiento de esta instrucción.

8.3 El Gerente de Operaciones es responsable de brindar los recursos necesarios para el cumplimiento de lo descrito en este instructivo de trabajo.

9. REGISTROS

| Nombre | Recolección | Indexación | Acceso | Lugar | Medio | Tiempo | Disposición |
|-----------------|--------------------|-------------------|---------------|-------------------|--------------|---------------|--------------------|
| Registro diario | Operador de Planta | Por Fecha | Libre | Archivo de Planta | Papel | 1 año | Destruir |

10. FORMATOS

No aplica

11. ETIQUETAS

No aplica

5.4.9. Detención Programada de la Planta ASU IT-MEC-DETPRO-01

| Edición.: | Fecha: | Emi: R. Andrango | Rev: Control de Calidad | Apr: Jefe de Planta | Prox. Rev.: |
|------------------|------------|---------------------|-------------------------------|------------------------|----------------|
| IT-MEC-DETPRO-01 | 16/06/2015 | | | | Jun/2017 |

1. OBJETIVO

Determinar el procedimiento para la correcta detención programada de la Planta A.S.U. de INDURA ECUADOR S.A. de Fabricación de Líquidos Criogénicos y Gases para aplicación Medicinal o Industrial, cuando ésta sea requerida, debido a Mantenición programada o a un alto nivel en estanques de almacenamiento.

2. ALCANCE

El contenido de este documento es aplicable para los Operadores de la Planta A.S.U. de INDURA ECUADOR S.A. de Fabricación de Líquidos Criogénicos y Gases para uso medicinal o Industrial; y cubre las actividades para la correcta detención programada de la Planta.

3. REFERENCIAS

IT-MEC-RECC2102-01: Puesta en marcha de Compresor de Reciclo C2102

4. DEFINICIONES

No aplica

5. INSTRUMENTOS, MATERIALES Y/O HERRAMIENTAS

No aplica

6. ELEMENTOS DE SEGURIDAD DE USO OBLIGATORIO

- ✓ Zapatos
- ✓ Lentes
- ✓ Protección Auditiva
- ✓ Casco

Nota: El operador en caso de encontrar la tarjeta candado, no podrá hacer funcionar las maquinas, ni retirar la tarjeta sin previa autorización correspondiente (Operador designado en la tarjeta de bloqueo o Jefe de Planta ASU y VSA). Todos los ajustes o limpieza de máquinas tienen que efectuarse con el equipo detenido.

7. INSTRUCCIÓN

| TAREA | INCONVENIENTES Y RIESGOS POSIBLES | TIPO DE RIESGO | ACCIONES CORRECTIVAS O MEDIDAS DE CONTROL |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------|-------------------------------------------|
| 1. Bajar el nivel del condensador de oxígeno al 15%, sin perder las purezas, secuencialmente: Bajar el set point W de LIC 3211 a 15% de forma automática. (pantalla de control principal → columna) | N/A | N/A | N/A |

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>2. Cerrar válvulas de producto líquido 3268 de Oxígeno y 3274 de Nitrógeno y en pantalla control columna LIC3211 a manual y cerrar. También cerrar válvula HV3207 de salida de nitrógeno de la columna.</p> | Exposición al ruido | D | Capacitación: video uso de EPP. EPP: Protección auditiva |
| | Disergonomía | | Capacitación: Videos: Cuidado de la espalda en el trabajo |
| | Caída a desnivel | C | Capacitación: video uso de EPP EPP: Casco, guantes, zapatos de seguridad, lentes de seguridad |
| <p>3. Cerrar alimentación a analizadores Servomex En el analizador Servomex cambiar la señal de entrada de la planta, por señal del estanque de Nitrógeno.</p> | N/A | N/A | N/A |
| <p><u>Detención de turbina</u></p> <p>4. Cerrar tobera hasta que la turbina se detenga por bajas revoluciones; cerrar completamente la tobera</p> | Exposición al ruido | D | EPP: Protección auditiva |

| | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---|----------------------------------------------------------------|
| <p>5. Cerrar entrada y salida de la turbina válvulas 3211 y 3214</p> <p>Cerrar entrada al booster válvula 5823</p> <p>Parar la bomba de aceite 5 min después de parada la turbina.</p> | Exposición al ruido | D | EPP: Protección auditiva |
| | Disergonomía | | Capacitación: Videos: Cuidado de la espalda en el trabajo |
| | Caída a desnivel | C | EPP: Casco, guantes, zapatos de seguridad, lentes de seguridad |
| <p><u>Detención de compresor de reciclo C2102</u></p> <p>6. Presionar UNLOAD en TC-C2102, esperar unos 5 minutos</p> <p>Presionar STOP en TC-C2102</p> <p>Cerrar manualmente válvula 5821</p> | Exposición al ruido | D | EPP: Protección auditiva |
| | Disergonomía | | Capacitación: Videos: Cuidado de la espalda en el trabajo |
| <p>7. Evacuar los líquidos de la columna a través del eyector (V4101, V4105 y V4111, una a la vez, durante 10 minutos hasta que no haya nivel de líquidos).</p> | Exposición al ruido | D | EPP: Protección auditiva. |
| | Disergonomía | | Capacitación: Videos: Cuidado de la espalda en el trabajo |

| | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Congelamiento | C | Capacitación: charlas. EPP: Guantes, delantal, lentes de seguridad, casco, zapatos de seguridad |
| 8. Pasar filtros Moleculares a manual (Release-Manual presionar) | N/A | N/A | N/A |
| 9. Cerrar todas las válvulas de control de producción en la pantalla principal de control: HV3201- HV3211-HC5870- FV5820-FV5835- HV5835-HV5810 | | | |
| 10. Abrir bypass 2662 hasta obtener un flujo de aire de regeneración de 900 m ³ /h. | Exposición al ruido | D | Capacitación, video uso de EPP. EPP: Protección auditiva |
| 11. Terminar periodo de regeneración de Filtros Moleculares. Esperar hasta que secuencia del Filtro Molecular se encuentre en Presurización o Despresurización. | N/A | N/A | N/A |

| | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Detener unidad de refrigeración.</p> <p>Presionar UNLOAD en TC-C2101, esperar unos 5 minutos</p> <p>Presionar STOP en TC-C2101.</p> | <p>Exposición al ruido</p> | <p>D</p> | <p>Capacitación: video uso de EPP. EPP: Protección auditiva, lentes de seguridad</p> |
| <p>Cerrar todas las válvulas manuales y de control de la caja fría</p> | <p>Disergonomía</p> | <p>D</p> | <p>Capacitación: Videos: Cuidado de la espalda en el trabajo</p> |
| <p>Desconectar unidad de refrigeración</p> <p>Detener sistema de agua de enfriamiento</p> <p>Colocar nitrógeno de aislación desde estanque de producción</p> | <p>Caída a desnivel</p> | <p>C</p> | <p>EPP: Casco, guantes, zapatos de seguridad, lentes de seguridad</p> |

8. RESPONSABILIDADES

8.1 El Operador de Planta es responsable de realizar las actividades descritas de acuerdo con esta instrucción

8.2 El Jefe de Planta ASU y VSA es responsable de verificar el cumplimiento de esta instrucción

8.3 El Gerente de Operaciones es responsable de brindar los recursos necesarios para el cumplimiento de lo descrito en este instructivo de trabajo

9. REGISTROS

| Nombre | Recolección | Indexación | Acceso | Lugar | Medio | Tiempo | Disposición |
|-----------------|--------------------|------------|--------|-------------------|-------|--------|-------------|
| Registro diario | Operador de Planta | Por Fecha | Libre | Archivo de Planta | Papel | 1 año | Destruir |

10. FORMATOS

No aplica.

11. ETIQUETAS

No aplica.

5.4.10. Corte de Energía en la Planta ASU IT-MEC-CORTE-01

| Edición.: | Fecha: | Emi: R. Andrango | Rev: Control de Calidad | Apr: Jefe de Planta | Prox. Rev.: |
|-----------------|------------|---------------------|-------------------------------|------------------------|----------------|
| IT-MEC-CORTE-01 | 16/06/2015 | | | | Jun/2017 |

1. OBJETIVO

Establecer un procedimiento apropiado a seguir en caso de un corte de energía en Planta A.S.U. de INDURA ECUADOR S.A. de Fabricación de Líquidos Criogénicos y Gases para aplicación Medicinal o Industrial.

2. ALCANCE

Este documento es aplicable para el Personal de la Planta A.S.U. de INDURA ECUADOR S.A.

3. REFERENCIAS

No aplica.

4. DEFINICIONES

No aplica

5. INSTRUMENTOS, MATERIALES Y/O HERRAMIENTAS

No aplica

6. ELEMENTOS DE SEGURIDAD DE USO OBLIGATORIO

- ✓ Zapatos de seguridad.
- ✓ Lentes

7. INSTRUCCIÓN

El Operador de Turno deberá proceder con calma y tranquilidad.

Siguiendo correctamente con todos los pasos de este procedimiento descrito en las líneas a continuación, la planta estará preparada para partir en forma inmediata o cuando se restablezca la energía.

| TAREA | INCONVENIENTES Y RIESGOS POSIBLES | TIPO DE RIESGO | ACCIONES CORRECTIVAS O MEDIDAS DE CONTROL |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------|
| 1. Cortar el flujo de gas a todos los analizadores cerrando las válvulas de entrada, y ponerlos en modo de calibración. | N/A | N/A | N/A |
| 2. Cerrar válvulas manuales de productos N ₂ (3274 y O ₂ (3268) al estanque de almacenamiento. | Exposición al ruido | D | Capacitación: Video uso de EPP EPP: Protección auditiva. |
| 3. Cerrar válvula 5823 de entrada al Booster. | | | |
| 4. Cerrar válvulas manuales 3211 y 3214 de entrada y salida de la turbina respectivamente. | Atascamiento de piezas mecánicas | B | EPP: gafas de seguridad, guantes, casco, zapatos de seguridad |
| 5. Cerrar válvula manual 5821 de entrada al compresor de reciclado C2102. | | | |

| | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 6. Cerrar todas las válvulas de salida a la atmósfera desde control principal. | Disergonomía | C | Capacitación: Videos cuidado de la espalda en el trabajo |
| | Caída a desnivel | B | Capacitación: Video Uso de EPP. EPP: Casco, guantes, zapatos y gafas de seguridad |
| 7. Una vez restablecida la energía eléctrica, poner en marcha el sistema de control en el computador de operación. | N/A | N/A | N/A |

Nota: El operador en caso de encontrar la tarjeta candado, no podrá hacer funcionar las máquinas, ni retirar la tarjeta sin previa autorización correspondiente (Operador designado en la tarjeta de bloqueo o Jefe de Planta ASU y VSA). Todos los ajustes o limpieza de máquinas tienen que efectuarse con el equipo detenido.

8. RESPONSABILIDADES

8.1 El Operador de Planta es responsable de realizar las actividades descritas en el presente instructivo.

8.2 El Jefe de Planta ASU-VSA es responsable de verificar el cumplimiento de lo señalado en el presente documento.

8.3 El Gerente de Operaciones es responsable de brindar los recursos necesarios para el cumplimiento de lo descrito en este instructivo de trabajo

9. REGISTROS

| Nombre | Recolección | Indexación | Acceso | Lugar | Medio | Tiempo | Disposición |
|-----------------|--------------------|------------|--------|-------------------|-------|--------|-------------|
| Registro diario | Operador de Planta | Por Fecha | Libre | Archivo de Planta | Papel | 1 año | Destruir |

10. FORMATOS

No aplica.

11. ETIQUETAS

No aplica.

5.5. MANUAL DE OPERACIÓN Y CONTROL DEL COMPRESOR CHAMPION WYS55 RECUPERADOR DE OXÍGENO

En el presente manual describe las principales prestaciones a las cuales se puede acceder por medio de la interfaz gráfica implementada en el sistema de control, para ello se irá describiendo cada uno de los menús y submenús a los cuales puede ingresar el usuario.



Gráfico 25: Compresor CHAMPION
Elaborado por: Raúl Andrango (2015)

5.5.1. Pantalla Principal

Esta pantalla realiza la presentación del proyecto con la capacidad de operación del compresor para la recuperación de oxígeno gaseoso.



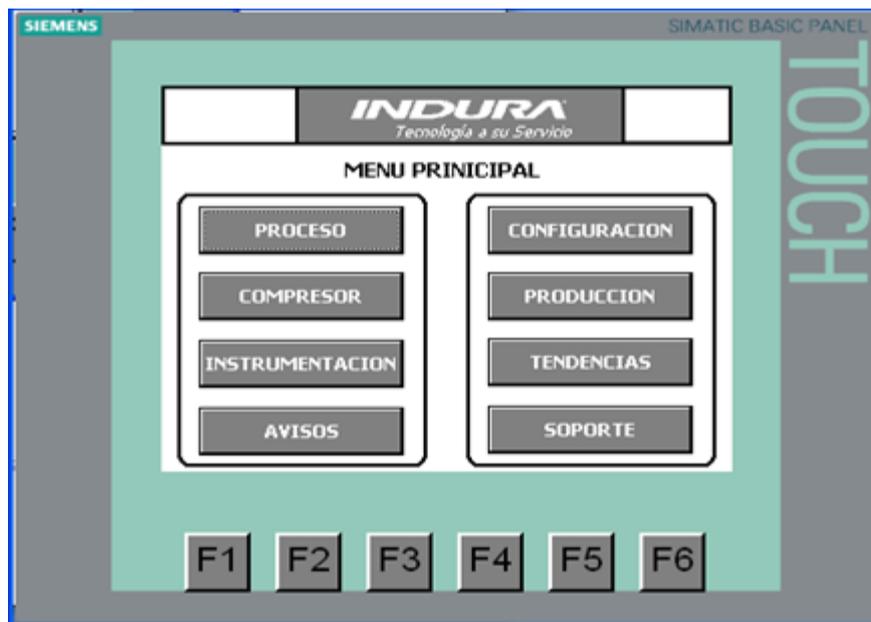
De manera global se encuentran asignadas funciones para las teclas del panel KTP600 Monocromático Siemens, a continuación se define el acceso directo asignada para las teclas:

- F1** Menú Principal
- F2** Imagen Anterior
- F5** Rosetón de Avisos
- F6** Reset de Alarmas

5.5.2. Menú Principal

La imagen de menú principal muestra las opciones que tiene el sistema de visualización. Se puede acceder a:

- ✓ Proceso del compresor (P&ID)
- ✓ Operación del compresor
- ✓ Instrumentación presente en el sistema de compresión del oxígeno
- ✓ Configuración de valores de setpoints de la planta
- ✓ Visualización de curvas de tendencia de la instrumentación del sistema
- ✓ Datos de contacto para Soporte Técnico

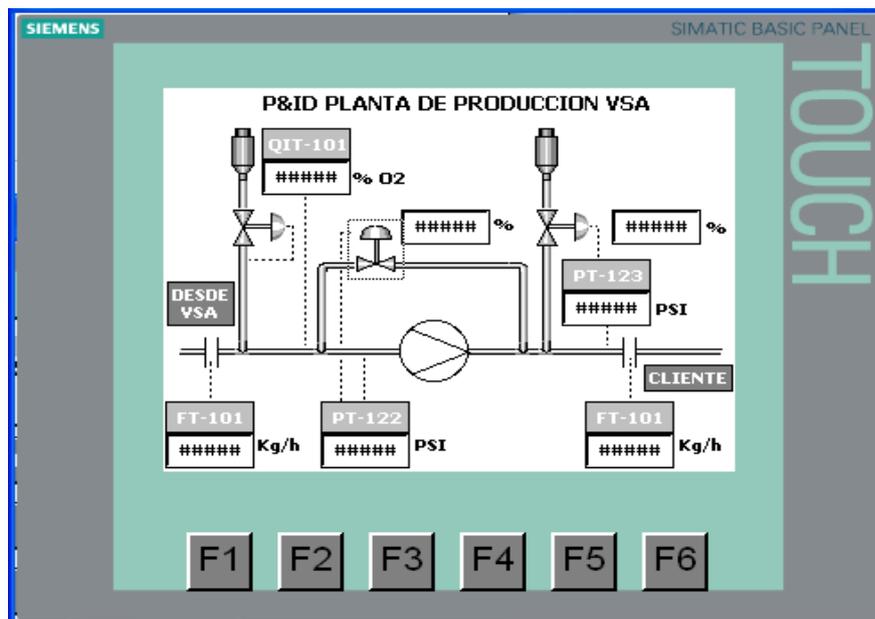


5.5.3. Proceso

En esta área se puede observar el diagrama P&ID del proceso de compresión de la máquina rotativa Champion WTS55, que entrega oxígeno presurizado al cliente Adelca.

Además se dispone de los valores instantáneos de proceso de la instrumentación de esta área tales como:

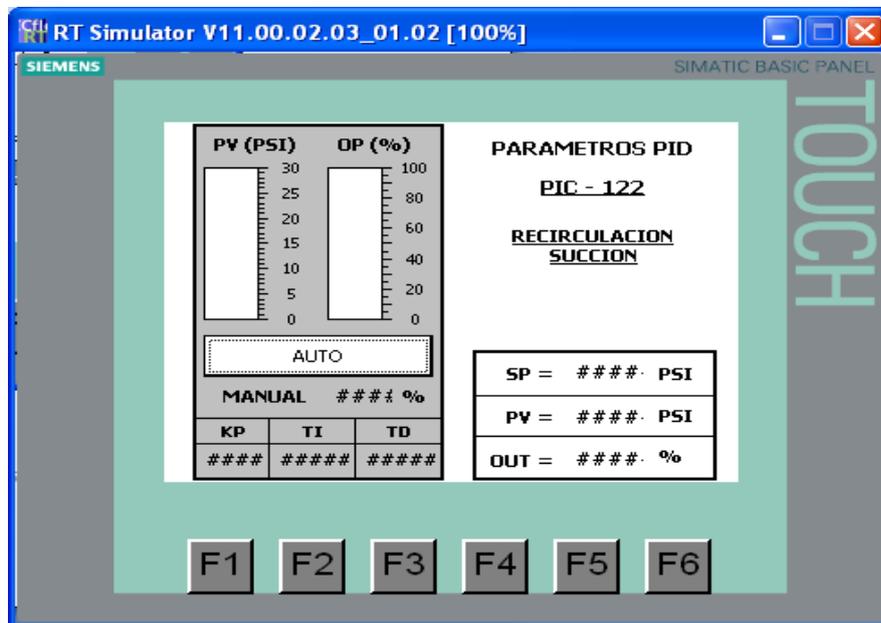
- ✓ Medición de pureza a la salida del compresor (QIT – 101)
- ✓ Flujo proveniente de las líneas de venteo FIC 5820 (planta ASU)
- ✓ Presión de succión del compresor (PT – 122)
- ✓ Presión de descarga del compresor (PT – 123)
- ✓ Flujo del suministro al cliente (FT – 101)
- ✓ Porcentaje de apertura de la válvula de recirculación

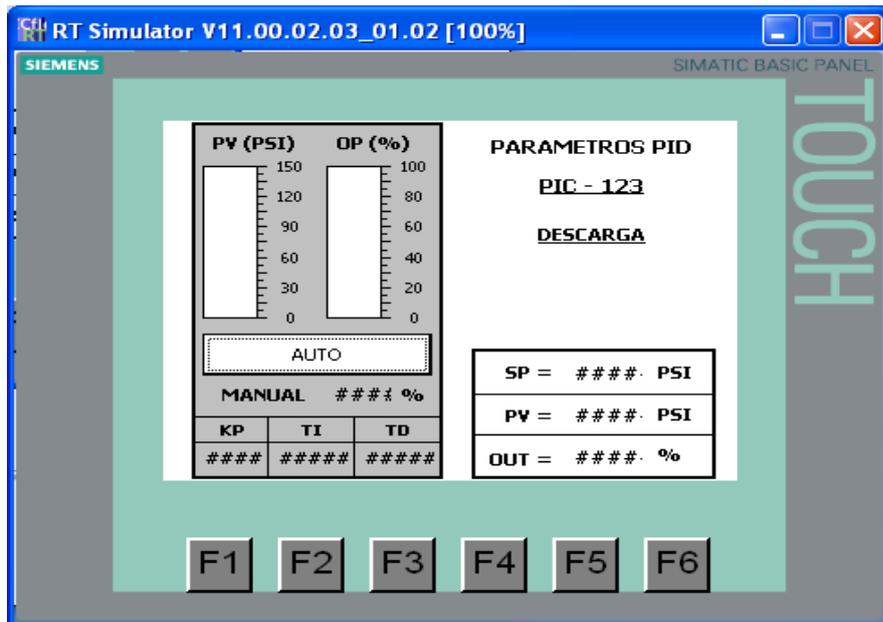
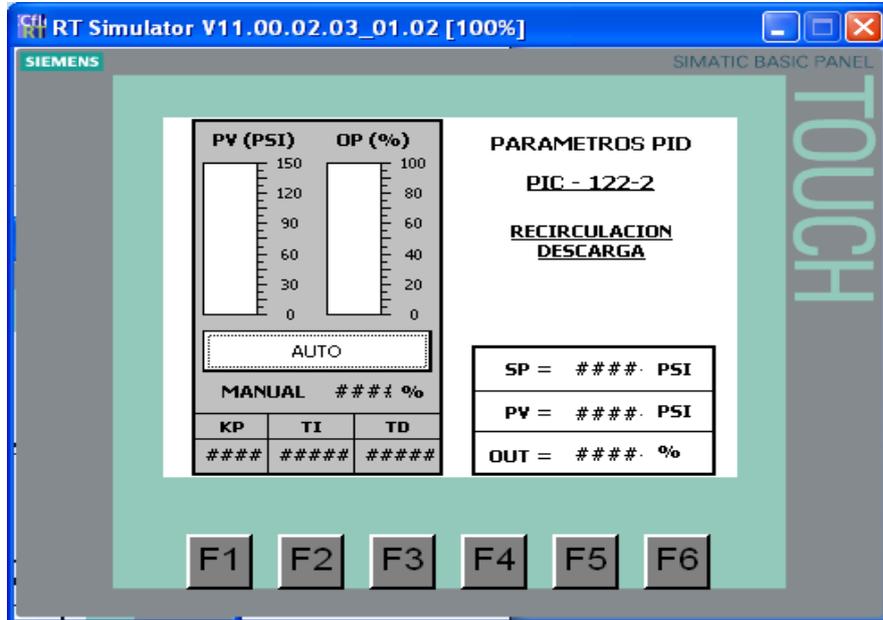


En esta pantalla el operador dispone de 3 accesos para modificar los parámetros de cada controlador de los procesos existentes:

- ✓ Parámetros PID del Lazo Recirculación Succión
- ✓ Parámetro PID del Lazo Recirculación Descarga
- ✓ Parámetro PID del Lazo Descarga

En cada una de las siguientes pantallas, el operador podrá variar las condiciones de proceso ajustando los parámetros de estos controladores.



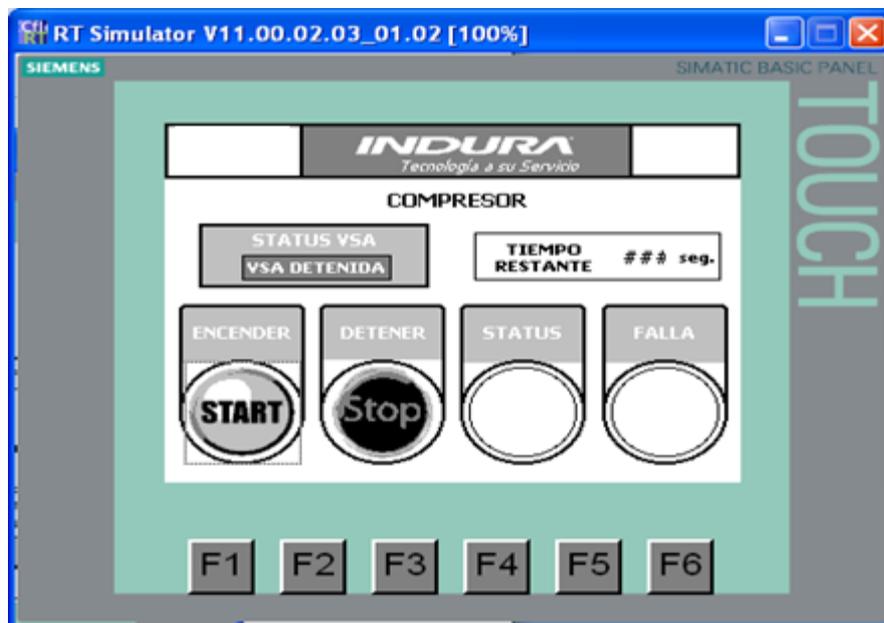


5.5.4. Compresor

En esta pantalla se puede acceder a la operación del compresor.

Se puede encender (BOTÓN START), detener (BOTÓN STOP), verificar el status y falla del motor.

En la parte superior cuenta con un tiempo regresivo para poder arrancar nuevamente al compresor luego de transcurrirse 60 segundos.



5.5.5. Instrumentación

Esta pantalla permite visualizar de manera resumida la instrumentación de la planta, expresándose en valores de ingeniería. Los instrumentos son:

- ✓ Analizador de Pureza %
- ✓ Flujo de oxígeno proveniente de la planta ASU (FIC 5820) Kg/h
- ✓ Presión de succión del compresor, PSI
- ✓ Presión de descarga del compresor, PSI
- ✓ Flujo de oxígeno para suministrar al cliente, Kg/h

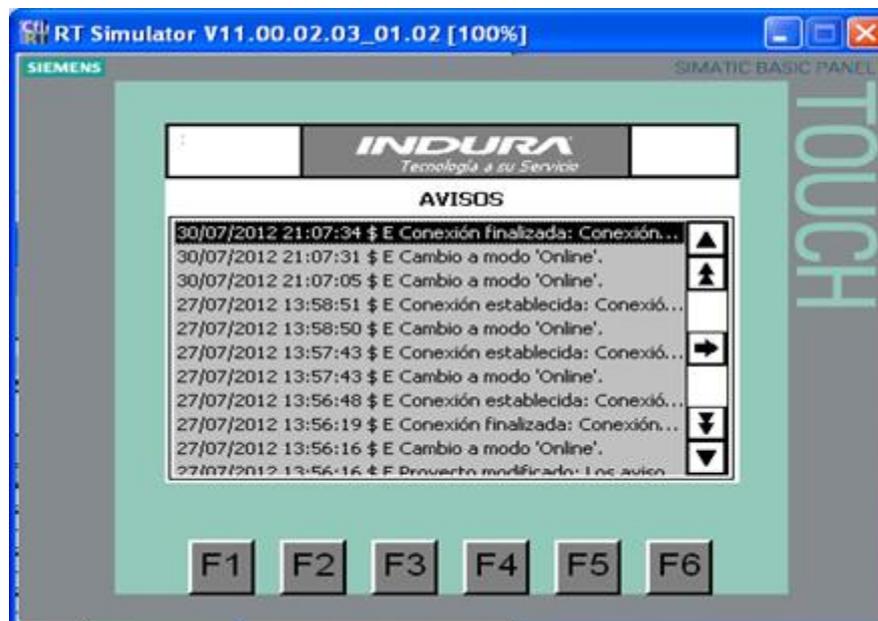


| TAG | DESCRIPCION | VALOR |
|---------|-------------------------------|---------|
| QIT-100 | ANALIZADOR DE PUREZA | ###% |
| FT-101 | FLUJO OXIGENO SALIDA VSA | ###Kg/H |
| PT-122 | PRESION DE SUCCION COMPRESOR | ###PSI |
| PT-123 | PRESION DE DESCARGA COMPRESOR | ###PSI |
| FT-105 | FLUJO OXIGENO SUMINISTRO | ###Kg/H |

5.5.6. Avisos (F5)

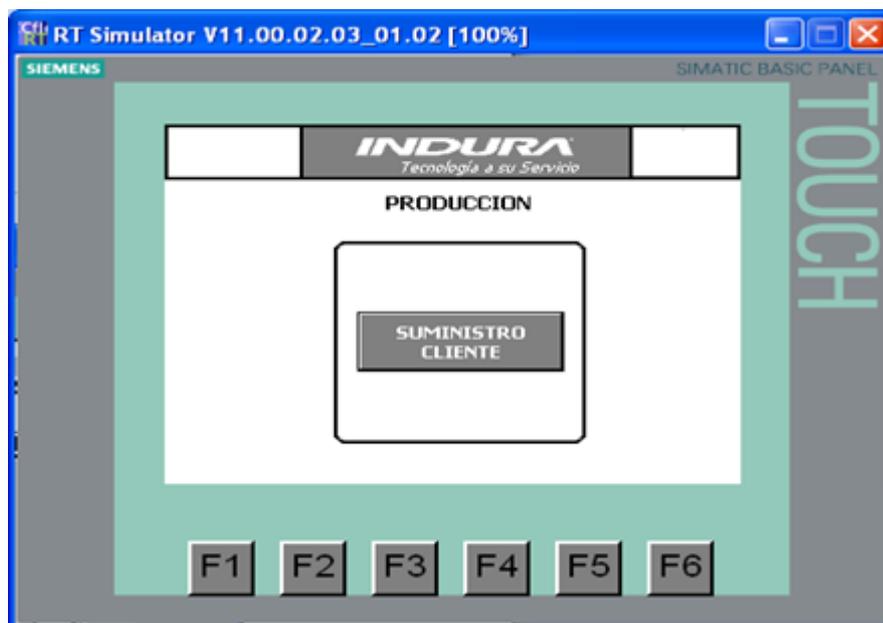
En esta área se dispone un historial de alarmas que se han presentado durante la operación de la planta.

Este historial de alarmas aparece con la fecha, hora y el evento de advertencia sucedido. Adicionalmente, información de sistema de la pantalla también son registrados en esta pantalla.



5.5.7. Producción

La pantalla Producción permite tener acceso a la cantidad de oxígeno recuperado y la cantidad de oxígeno suministrado al cliente, es por eso que cuenta con un menú de opciones para elegir el origen de la información (SUMINISTRO CLIENTE).



Una vez que se ingresa de las operaciones anteriores, el operador cuenta con la siguiente información:

- ✓ Flujo Instantáneo, Kg/h
- ✓ Consumo Actual, TON
- ✓ Consumo Anterior, TON

Adicionalmente se incorpora un campo de información referente a la pureza del sistema indicando:

- ✓ Pureza Instantánea %
- ✓ Promedio Actual % (pureza instantánea promediada en un día)
- ✓ Promedio Anterior %

RT Simulator V11.00.02.03_01.02 [100%]
SIEMENS SIMATIC BASIC PANEL TOUCH

| INDURA Tecnología a su Servicio | |
|------------------------------------|-------------|
| PRODUCCION PLANTA VSA | |
| FLUJO INSTANTANEO | ###.## KG/H |
| CONSUMO ACTUAL | ###.## TON |
| CONSUMO ANTERIOR | ###.## TON |
| PUREZA | |
| PUREZA INSTANTANEA | ###.## % O2 |
| PROMEDIO ACTUAL | ###.## % O2 |
| PROMEDIO ANTERIOR | ###.## % O2 |

F1 F2 F3 F4 F5 F6

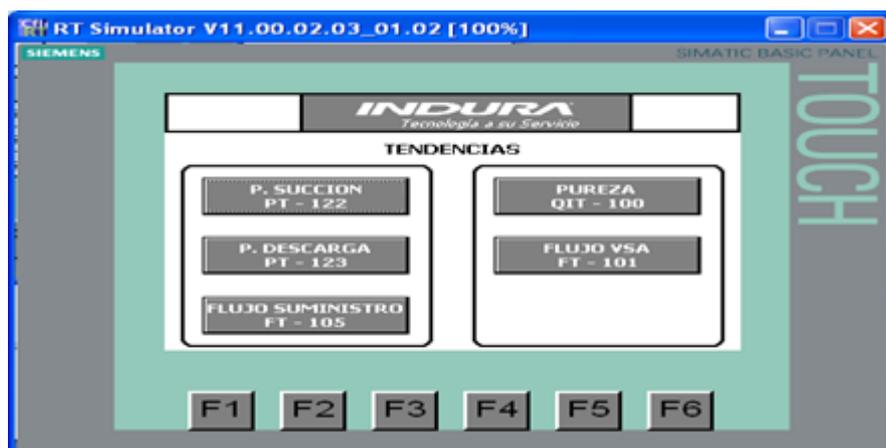
RT Simulator V11.00.02.03_01.02 [100%]
SIEMENS SIMATIC BASIC PANEL TOUCH

| INDURA Tecnología a su Servicio | |
|------------------------------------|-------------|
| INTEGRACION SUMINISTRO CLIENTE | |
| FLUJO INSTANTANEO | ###.## KG/H |
| CONSUMO ACTUAL | ###.## TON |
| CONSUMO ANTERIOR | ###.## TON |
| PUREZA | |
| PUREZA INSTANTANEA | ###.## % O2 |
| PROMEDIO ACTUAL | ###.## % O2 |
| PROMEDIO ANTERIOR | ###.## % O2 |

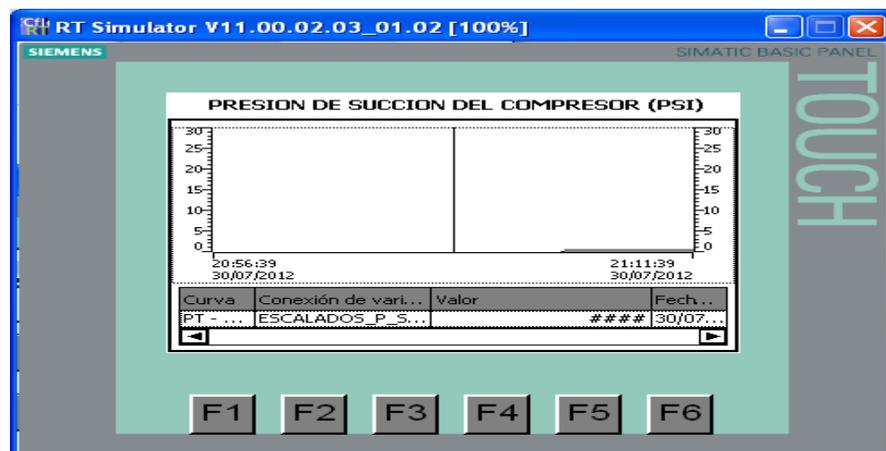
F1 F2 F3 F4 F5 F6

5.5.8. Tendencias

Esta pantalla dispone de un submenú de opciones de los instrumentos presentes para poder ser visualizados como una curva de tendencia.



Al acceder al cualquiera de los parámetros listados de la imagen anterior, se visualiza tanto gráfica como numéricamente el valor del instrumento seleccionado, en un rango de 15 minutos.



5.5.9. Soporte

Permite al usuario identificar los medios posibles para contactarse con personal especializado en el sistema de control, en caso de requerir asistencia técnica.



5.5.10. Configuración

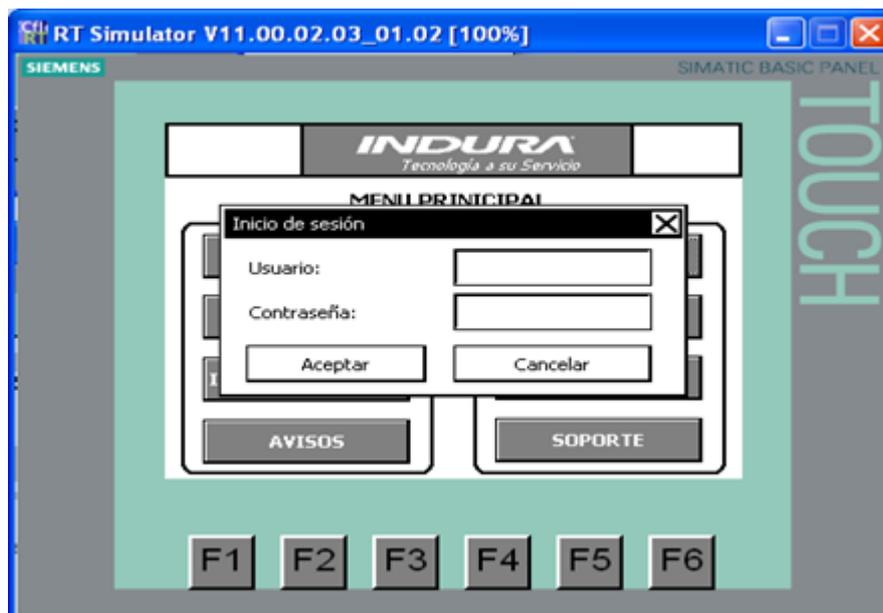
Esta pantalla permite la modificación de parámetros del proceso, cabe mencionar que tiene acceso restringido con contraseña, ya que se requiere de una persona capacitada para la manipulación de estos valores.

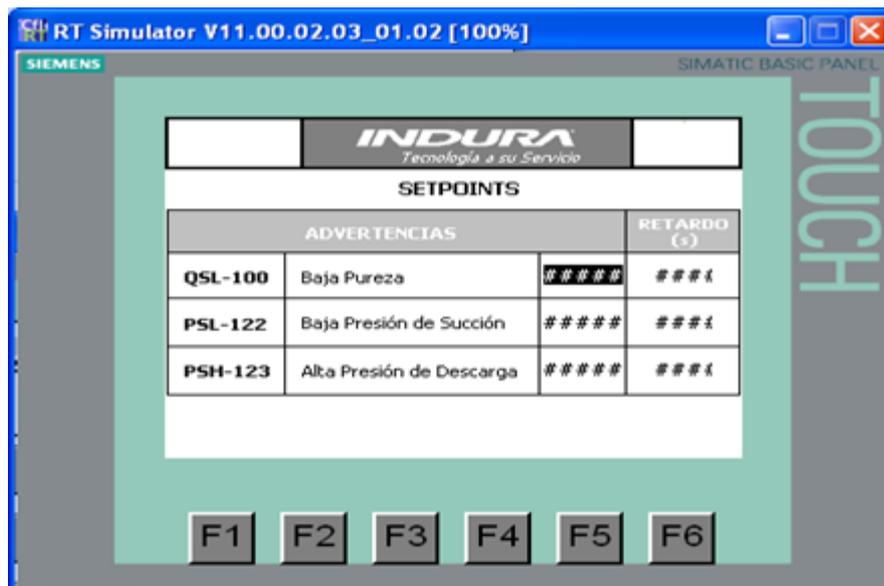
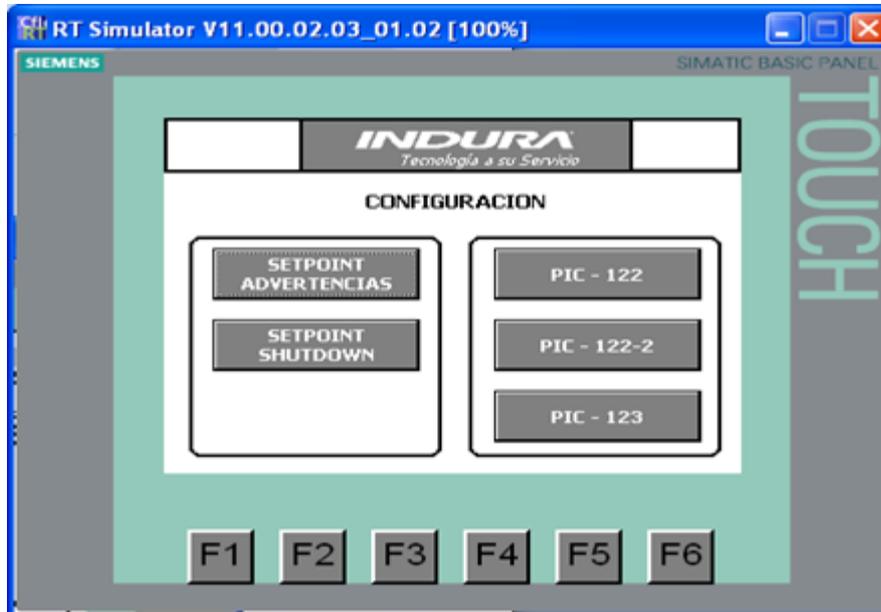
Se tiene acceso para modificar:

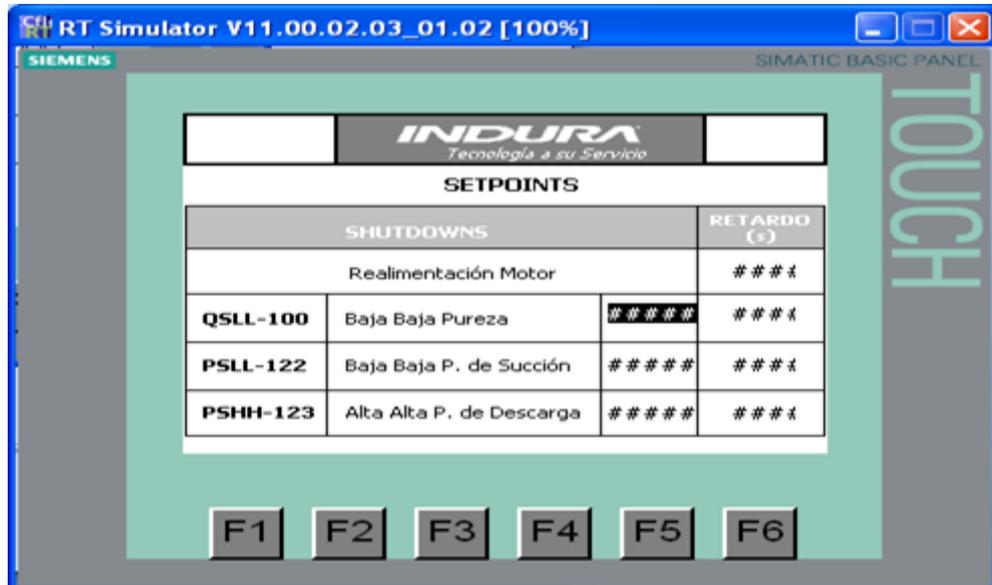
Setpoint de Advertencias

Setpoint de Shutdowns

Parámetros de los controladores PID de los lazos de succión y de descarga







5.6. MANUAL DE PARA LA RECUPERACIÓN DEL OXÍGENO GASEOSO VENTEADO

El 30% de gases industriales producidos en la planta ASU son empleados en la metalurgia por parte del cliente Adelca para la fabricación, refinación y tratamiento térmico de aceros y el 70% restante de la producción es distribuida a los clientes locales.

En el presente manual describe las principales actividades para la correcta operación durante y después de la recuperación del oxígeno gaseoso.



Gráfico 26: Tablero de control del compresor CHAMPION
Elaborado por: Raúl Andrago (2015)

1. OBJETIVO

Establecer un procedimiento apropiado para la recuperación del oxígeno venteado en la Planta A.S.U. de INDURA ECUADOR S.A

2. ALCANCE

Este documento es aplicable para el Personal de la Planta A.S.U. de INDURA ECUADOR S.A.

3. ELEMENTOS DE SEGURIDAD DE USO OBLIGATORIO

- ✓ Zapatos de seguridad
- ✓ Protección auditiva
- ✓ Lentes de seguridad
- ✓ Casco

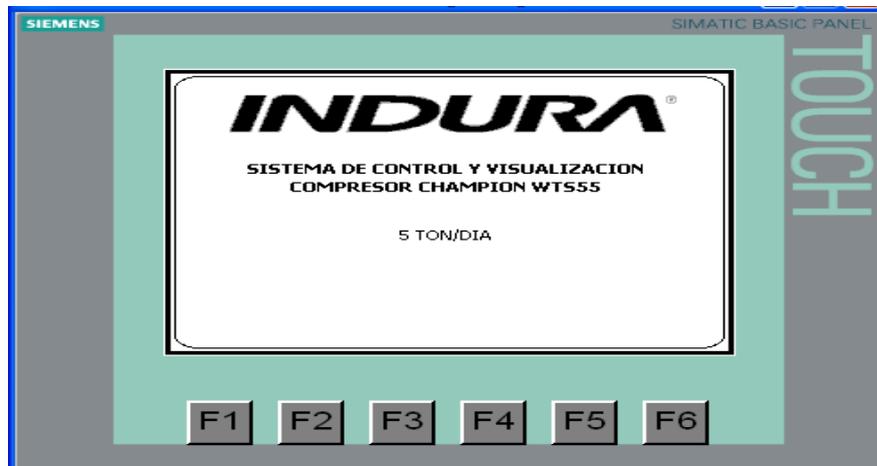
4. PROCEDIMIENTO

- ✓ Cuando la planta ASU haya sido puesto en régimen **MP-MEC-OPECON-01** y con seteo para producir 14 Ton día de Nitrógeno, proceder a la apertura de la válvula HC 5820 (venteo de oxígeno) hasta en 24% paulatinamente.
- ✓ La válvula FIC 5820 tendrá un seteo de 950 Nm³ de salida para el venteo, proceder con la apertura manual de la válvula al ingreso hacia el estanque VS11000, presión 0.70 bar.

Línea de venteo oxígeno gaseoso HC 5820



- ✓ Presurizar en estanque VS5000, verificar manómetro P1.
- ✓ Proceder al encendido del compresor **CHAMPION WTS55**, según manual de operación.



- ✓ Llevar a régimen de operación y verificar la presión de descarga 200 PSI – 14 bar.
- ✓ Verificar pureza de salida en el compresor (QIT- 100)



- ✓ Proceder con la apertura manual de la válvula hacia el suministro verificando flujo de suministro (FT – 105).



- ✓ Verificar el totalizador y tomar lecturas de valores numéricos cada dos horas, registrarlos en la bitácora de operación.



Nota: El operador de turno será el encargado de la operación y control del equipo y reportar la cantidad suministrada hacia la Acería en el cierre de turno.

5.7. LISTA MAESTRA DE DOCUMENTOS CREADOS EN EL PLAN DE MEJORAS PARA LA PLANTA ASU.

Tabla 18: Lista maestra del Plan de Mejoras

| N° | CODIGO | FILIAL | NOMBRE | VERSION | DESCRIPCION PROCEDIMIENTO | FECHA | Prox. Rev. | SISTEMA | UBICACIÓN | GERENCIA | UNIDAD |
|----|--------|--------|-----------|---------|----------------------------------------------------|------------|------------|---------|----------------|-------------------------|---------------|
| 1 | MP | MEC | OPECON | 01 | OPERACIÓN Y CONTROL PLANTA | 16/06/2015 | 16/06/2017 | RED | Archivo Planta | GERENCIA DE OPERACIONES | Planta A.S.U. |
| 2 | IT | MEC | FILAIRE | 01 | Partida del Filtro Principal | 16/06/2015 | 16/06/2017 | RED | Archivo Planta | GERENCIA DE OPERACIONES | Planta A.S.U. |
| 3 | IT | MEC | PMCPC2101 | 01 | Puesta en Marcha Compresor Principal de Aire C2101 | 16/06/2015 | 16/06/2017 | RED | Archivo Planta | GERENCIA DE OPERACIONES | Planta A.S.U. |
| 4 | IT | MEC | PMUREF | 01 | Puesta en Marcha Unidad de Refrigeración | 16/06/2015 | 16/06/2017 | RED | Archivo Planta | GERENCIA DE OPERACIONES | Planta A.S.U. |
| 5 | IT | MEC | PMAMO | 01 | Puesta en Marcha Molecular Sieve 2600 | 16/06/2015 | 16/06/2017 | RED | Archivo Planta | GERENCIA DE OPERACIONES | Planta A.S.U. |
| 6 | IT | MEC | RECC2102 | 01 | Puesta en Marcha Compresor Reciclo C2102 | 16/06/2015 | 16/06/2017 | RED | Archivo Planta | GERENCIA DE OPERACIONES | Planta A.S.U. |
| 7 | IT | MEC | PMTEX | 01 | Puesta en Marcha de Turbina Expansión | 16/06/2015 | 16/06/2017 | RED | Archivo Planta | GERENCIA DE OPERACIONES | Planta A.S.U. |
| 8 | IT | MEC | PARFRÍO | 01 | Partida en Frío de planta ASU | 16/06/2015 | 16/06/2017 | RED | Archivo Planta | GERENCIA DE OPERACIONES | Planta A.S.U. |

CONTINUACIÓN DE LA TABLA

| | | | | | | | | | | | |
|----|----|-----|---------|----|----------------------------------------------------------|------------|------------|-----|-------------------|----------------------------|------------------|
| 9 | IT | MEC | PARCALI | 01 | Partida en Caliente de Planta ASU | 16/06/2015 | 16/06/2017 | RED | Archivo Planta | GERENCIA DE OPERACIONES | Planta A.S.U. |
| 10 | IT | MEC | DETPRO | 01 | Detención Programada de Planta ASU | 16/06/2015 | 16/06/2017 | RED | Archivo Planta | GERENCIA DE OPERACIONES | Planta A.S.U. |
| 11 | IT | MEC | CORTE | 01 | Corte de Energía en Planta ASU | 16/06/2015 | 16/06/2017 | RED | Archivo Planta | GERENCIA DE OPERACIONES | Planta A.S.U. |
| 12 | MP | MEC | SVCON | 01 | Sistema de Visualización del Compresor Champion WTS55 | 16/06/2015 | 16/06/2017 | RED | Archivo Planta | GERENCIA DE OPERACIONES | Planta A.S.U. |
| 13 | MP | MEC | MROG | 01 | Manual para la Recuperación de Oxígeno Gaseoso | 16/06/2015 | 16/06/2017 | RED | Archivo Planta | GERENCIA DE OPERACIONES | Planta A.S.U. |

Elaborado por: Raúl Andrango (2015)

| Nº | CÓDIGO | SIGNIFICADO |
|----|--------|---------------------------------------|
| 1 | IT | INSTRUCTIVO DE TRABAJO |
| 2 | MP | MANUAL DE PROCEDIMIENTOS |
| 3 | MEC | MANUAL DE LA FILIAL ECUADOR |
| 4 | RED | SISTEMA CITRIX DEL SISTEMA DE GESTIÓN |
| 5 | 01 | VERSIÓN ACTUAL DEL DOCUMENTO |

6. CONCLUSIONES.

- ✓ Mediante una observación de campo y el monitoreo de la operación en la planta ASU, se realizó la descripción del proceso actual identificando el comportamiento de cada equipo para determinar nuevos parámetros de operación que mejoren su rendimiento e incrementen la producción.
- ✓ Durante el funcionamiento y monitoreo de la planta con la ayuda de registros, bitácoras de operación e indicadores de producción se identificó las falencias operacionales presentadas en cada etapa del proceso que conllevan a generar pérdidas del oxígeno residual ante un cambio de producción.
- ✓ La implementación de un plan de mejoras a través de instructivos de trabajo y manuales de operación, permitirán un mayor control del proceso productivo, así como la recuperación del oxígeno residual para maximizar la rentabilidad de los gases industriales.

7. RECOMENDACIONES.

- ✓ En la planta ASU se llevó a cabo la actualización de los parámetros operacionales para aumentar la productividad, estos valores pueden tener desajustes en el transcurso de las operaciones normales, por lo que es necesario volver a calibrar los equipos con los parámetros adecuados de operación.
- ✓ Es necesario identificar las falencias operacionales mediante registros, bitácoras de operación e indicadores de producción para realizar mejoras en el sistema productivo de manera que permitan reducir los costos operacionales e incrementar la capacidad productiva.

- ✓ Es necesaria la utilización adecuada de todos los instructivos planteados en el presente documento que garantizara la correcta operación y control de la planta ASU, el no cumplimiento de esta información pone en riesgo la operación con consecuencias catastróficas de grandes magnitudes.

8. BIBLIOGRAFÍA.

BIBLIOGRAFÍA

- Atlas Copco. (1999). *Gas turbine Description and Operation Manual*. Berlín. Germany
- Barreno, L. (2005). *Manual de formulación de proyectos*. Ecuador, Quito: Editorial Norma.
- BOC. (2011). *British Oxygen Company Operation Manual Cryogenics*. Atlanta. EEUU
- Bruce Dawson. (2010). *Unidades de Separación del Aire*. California. EEUU
- Chávez, N. (2007). *Introducción a la Investigación Educativa*. Maracaibo: Gráfica Gonzáles.
- García, G. (2013). *Gestión de la Productividad*. Editorial Sudamericana.
- Hernández, R., & otros, Y. (1991). *Metodología de la Investigación*. México: MCGRAW-HILL.
- JOY. (1998). *Cryogenics Compressor Operation Manual*. Buffalo. EEUU.
- Kerlinger, F. N. (1979). *Enfoque Conceptual de la Investigación del Comportamiento*. Mexico: Nueva Editorial Interamericana.
- Linde. (1996). *Manual linde PPU*. Berlín. Germany
- SHEQ. (2010). *Manual de Seguridad, Salud, Medio Ambiente y Calidad*. Grupo Indura. Santiago. Chile
- Manual de Gases. (2010). *Líquidos criogénicos*. Cryogas. Colombia Medellín.
- Matthew Thayer. (2010). *Adsorción por oscilación de vacío VSA*. Atlanta. EEUU
- Matthew Thayer. (2010). *Membranas de transportación de iones ITM*. Atlanta. EEUU
- Mantilla (2010). *Productividad y Calidad*. McGraw-Hill.
- Mundo Indura. (2010). *PLAE (Planificación Estratégica)*. Edición Número 92, Octubre, Guayaquil. Ecuador

Pineda, Alvarado. (1994). *Unidad de estudio de la población*. 2da edición Estados Unidos de América: McGraw-Hill.

Suarez. (2011). *Indicadores de Producción*. México: Limusa Wiley

Tamayo y Tamayo, M. (2003). *El Proceso de la Investigación Científica*. Mexico: Limusa Editores.

ANEXOS

INDICADORES DE PRODUCCIÓN PLANTA ASU

| CONSUMOS | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| ENERGÍA CON PLANTA EN SERVICIO | 806.227 | 677.058 | 848.393 | 816.515 | 810.313 | 798.607 | 790.161 | 464.797 | 803.619 | 849.342 | 832.064 | 633.062 | 9.130.157 |
| ENERGÍA CON PLANTA DETENIDA | 8.202 | 8.168 | 0 | 0 | 225 | 0 | 0 | 2.329 | 0 | 0 | 0 | 796 | 19.719 |
| AGUA POTABLE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| AGUA REFRIGERACION | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| PERDIDAS | | | | | | | | | | | | | |
| LOX - LAVADO DE TRAILERS | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LOX - CARGA DE CAMIONES | 321 | 365 | 565 | 554 | 395 | 580 | 406 | 228 | 583 | 510 | 388 | 465 | 5.361 |
| LOX - CARGA DE TERMOS | 3.935 | 3.367 | 2.694 | 3.013 | 2.800 | 1.737 | 2.339 | 505 | 319 | 0 | 0 | 0 | 20.709 |
| LOX - TRASVASIJES | 223 | 162 | 174 | 262 | 229 | 373 | 229 | 166 | 148 | 147 | 225 | 74 | 2.412 |
| LOX - EVAPORACION ESTANQUES | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| LOX - TOTAL PERDIDAS | 4.479 | 3.894 | 3.433 | 3.829 | 3.424 | 2.691 | 2.975 | 899 | 1.053 | 657 | 613 | 539 | 28.486 |
| LOX - % PÉRDIDAS ESTANQUE LOX | 0,2% | 0,1% | 0,1% | 0,1% | 0,1% | 0,1% | 0,1% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | |
| LIN - LAVADO DE TRAILERS | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 200 |
| LIN - CARGA DE CAMIONES | 308 | 327 | 738 | 624 | 595 | 575 | 633 | 392 | 797 | 882 | 1.019 | 477 | 7.367 |
| LIN - CARGA DE TERMOS Y DEWARDS | 2.025 | 1.655 | 1.906 | 1.909 | 2.031 | 2.067 | 2.249 | 2.286 | 1.039 | 915 | 479 | 1.103 | 19.664 |
| LIN - TRASVASIJES | 353 | 320 | 384 | 397 | 350 | 403 | 435 | 371 | 443 | 510 | 357 | 126 | 4.449 |
| LIN - EVAPORACION ESTANQUES | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.074 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.075 |
| LIN - TOTAL PERDIDAS | 2.686 | 2.502 | 3.029 | 2.930 | 2.976 | 3.045 | 3.316 | 8.123 | 2.280 | 2.307 | 1.855 | 1.706 | 36.755 |
| LIN - % PÉRDIDAS ESTANQUE LIN | 0,4% | 0,4% | 0,5% | 0,5% | 0,5% | 0,5% | 0,5% | 1,2% | 0,3% | 0,3% | 0,3% | 0,3% | |
| HORAS DE FUNCIONAMIENTO | | | | | | | | | | | | | |
| COMPRESOR DE AIRE | 705 | 631 | 744 | 715 | 712 | 695 | 690 | 433 | 720 | 744 | 718 | 546 | |
| UNIDAD DE REFRIGERACION | 704 | 631 | 744 | 720 | 712 | 695 | 691 | 434 | 720 | 744 | 717 | 546 | |
| COMPRESOR DE RECICLO | 671 | 579 | 744 | 708 | 707 | 689 | 682 | 424 | 720 | 744 | 712 | 535 | |
| TURBINAS DE EXPANSIÓN | 676 | 576 | 744 | 705 | 706 | 688 | 681 | 423 | 720 | 744 | 712 | 534 | |
| COLUMNA PRINCIPAL | 700 | 625 | 744 | 712 | 708 | 692 | 686 | 430 | 720 | 744 | 717 | 542 | |
| HORAS MES CON NIVEL DE LOX BAJO MINIMO | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| HORAS MES CON NIVEL DE LIN BAJO MINIMO | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| HORAS DEL MES | 744 | 672 | 744 | 720 | 744 | 720 | 744 | 744 | 720 | 744 | 720 | 744 | |
| PRODUCCION DE LOX | 609 | 548 | 744 | 703 | 702 | 677 | 669 | 415 | 720 | 744 | 710 | 526 | |
| PRODUCCION DE LIN | 595 | 531 | 744 | 699 | 699 | 672 | 654 | 411 | 720 | 744 | 708 | 513 | |

| CUMPLIMIENTO PROGRAMA DE MANTENCION, CALIBRACION Y OTROS | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------------------------------|-------|-------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|------|------|-------|------|-----|
| CUMPLIMIENTO PROGRAMA MANTENCION | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | |
| CUMPLIMIENTO PROGRAMA CALIBRACION | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | |
| DETENCIONES PLANTA X CORTE DE ENERGIA | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | | 9 |
| HORAS SIN PRODUCCION LOX | 10 | 0 | 0 | 17 | 0 | 43 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 205 | | 291 |
| DETENCIONES PLANTA X FALLAS EN PLANTA | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | | 7 |
| HORAS SIN PRODUCCION LOX | 49 | 112 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | | 167 |
| DETENCIONES PLANTA X ESTANQUES LLENOS | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | | 2 |
| HORAS SIN PRODUCCION LOX | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 329 | 0 | 0 | 0 | 13 | | 342 |
| DETENCIONES PLANTA X MANT. PROGRAMADA | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | | 6 |
| HORAS SIN PRODUCCION LOX | 76 | 12 | 0 | 0 | 42 | 0 | 59 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | | 193 |
| BALANCES | | | | | | | | | | | | | | |
| LOX | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| LIN | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| PROMEDIO DE PUREZA | | | | | | | | | | | | | | |
| LOX | 99,92 | 99,89 | 99,9 | 99,9 | 99,92 | 99,9 | 99,91 | 99,92 | 99,91 | 99,9 | 99,9 | 99,91 | | |
| LIN | 1,8 | 1,6 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,3 | 1,4 | 1,4 | 1,6 | 1,5 | | |

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ESTANQUE VS 5000 PARA ALMACENAMIENTO DE O₂ GASEOSO

DATOS INFORMATIVOS.-

PRODUCTO ALMACENADO: OXIGENO GASEOSO

CARACTERISTICAS: PRODUCTO OXIDANTE - COMBURENTE

DATOS TECNICOS.-

| ESTANQUE | | | |
|---------------------------------------------|----------------------|-------------------|-----------|
| MARCA: | CHART | MODELO: | VS - 5000 |
| VOL. TOTAL 1 ATM; 0 C: | 1000 Nm ³ | CAPACIDAD: | 5000 Gl. |
| PRESION TRABAJO MAX. (MAWP): 50 PSI. | | | |



| TAG | DESCRIPCION |
|------------|-----------------------------------------------------|
| HCV - 1 | VALVULA LINEA LLENADO INFERIOR (LIQUIDO) |
| HCV - 2 | VALVULA LINEA LLENADO SUPERIOR (GAS) |
| HCV - 3 | VALVULA LINEA ELEVACION DE PRESION (ENTRADA) |
| HCV - 4 | VALVULA DE REBALSE (LIMITE DE LLENADO) |
| HCV - 5 | VALVULA DE AISLACION DE TERMOCUPLA DE VACIO |
| HCV - 7 | VALVULA DRENAJE DE LINEA DE LLENADO |
| HCV - 8 | VALVULA AISLACION LINEA INSTRUMENTAL FASE GAS |
| HCV - 9 | VALVULA AISLACION LINEA INSTRUMENTAL (EQUALIZACION) |
| HCV - 10 | VALVULA AISLACION LINEA INSTRUMENTAL FASE LIQUIDO |
| HCV - 11 | VALVULA LINEA ELEVACION DE PRESION (SALIDA) |
| HCV - 12 | VALVULA VENTEO DE GAS |
| HCV - 13 | VALVULA AISLACION PARA USO DE VAPORIZADOR EXTERNO |
| HCV - 15 | VALVULA SELECTOR TRES VIAS SISTEMA DE SEGURIDAD |
| HCV - 16A | VALVULA ALIVIO PRESION SISTEMA SEGURIDAD |
| HCV - 16B | VALVULA ALIVIO PRESION SISTEMA SEGURIDAD |
| HCV - 17 | VALVULA AISLACION DE LINEA ECONOMIZADOR |
| HCV - 18 | VALVULA AISLACION 2" FASE LIQUIDO |
| HCV - 19 | VALVULA AISLACION CARGA DESDE BOMBAS MB-101/MB102 |
| LI - 1 | INDICADOR DE NIVEL |
| C - 2 | CONEXIÓN PRIMARIO AUXILIAR EN GAS |
| C - 3 | CONEXIÓN SECUNDARIA AUXILIAR EN LIQUIDO |
| C - 4 | CONEXIÓN SECUNDARIA AUXILIAR EN GAS |
| PI - 1 | MANOMETRO PRESION ESTANQUE INTERIOR |
| PI - 2 | MANOMETRO CONTROL PRESION DE BOMBA |
| PBC - 1 | VAPORIZADOR ELEVADOR DE PRESION |
| PBC - 2 | VAPORIZADOR ELEVADOR DE PRESION |
| PBC - 3 | VAPORIZADOR ADICIONAL |
| PCV - 1 | VALVULA ELEVADORA - ECONOMIZADORA DUAL |
| PSE - 1A | DISCO ESTALLANTE PRIMARIO (SIST. SEG. 358 PSI) |
| PSE - 1B | DISCO ESTALLANTE SECUNDARIO (SIST. SEG. 358 PSI) |
| PSV - 1A | VALVULA SEGURIDAD ESTANQUE INTERIOR 250 PSI. |
| PSV - 1B | VALVULA SEGURIDAD ESTANQUE INTERIOR 250 PSI. |
| S - 1 | FILTRO DE LINEA DE ELEVACION DE PRESION |
| TSV - 2 | VALVULA SEGURIDAD LINEA LLENADO |
| TSV - 3 | VALVULA SEGURIDAD LINEA ECONOMIZADOR |
| TSV - 4 | VALVULA SEGURIDAD LINEA ELEVACION DE PRESION |

| | |
|--------|---------------------------------------------|
| VP - 1 | CONEXIÓN PARA USO DE VACIO |
| VR - 1 | TERMOCUPLA DE VACIO |
| FC - 1 | CONEXIÓN DE LINEA DE LLENADO OXI – 150 |
| CV - 1 | VALVULA ANTIRETOCESO DE LINEA LLENADO |
| CV - 3 | VALVULA ANTIRETOCESO DE LINEA ECONOMIZADOR |
| CV - 4 | VALVULA ANTIRETOCESO DE LINEA CARGA EXTERNA |

NORMAS DE SEGURIDAD.-

- E.P.P
- EQUIPO PROTECCION CRIGENICO
- AREA LIBRE DE ELEMENTOS REACTIVOS CON OXIGENO
- SEÑALETICA EN EL AREA Y EN EL ESTANQUE

LISTADO DE PROCESO: PLANTA ASU - ADELCA

| Edición: | Fecha: | Emi: Raúl Andrango | Rev.: Control de Calidad | Apr.: Jefe de Planta | Prox. Rev.: |
|-------------------|------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------|
| DA-MEC-LISPROC-01 | 16/06/2015 | | | | Jun/2017 |

| Parámetro | Medida de trabajo estándar | Instrumento utilizado |
|------------------------------|----------------------------|-----------------------|
| 1. Compresor C2101 | | |
| Flujo de trabajo: | 3900 - 4300 m3/h | FIC 5810 (automático) |
| Presión de trabajo | 71 - 77 psi | PT 101 |
| Presión de aceite: | 15 - 30 psi | PI 105 |
| Temperatura Entrada Agua | 15 - 28 °C | TE 4331 |
| Presión agua de enfriamiento | 30 - 38 psi | PI 4331 |
| Temperatura aire salida | 30 - 45 °C | TE 105 |
| Corriente | 164-195 Amp | IT 114 |
| Primera etapa: | | |
| Temperaturas | | |
| Entrada: | ambiente | TI 2100 |
| Salida: 115 - 135 °C | 115 - 148 °C | TI 2110 |
| Vibraciones | | |
| Radial X | 0,5-1,2 mills | VT 110 |
| Segunda etapa: | | |
| Temperaturas | | |
| Entrada: | 15 - 35 °C | TE 103 |
| Salida: | 128 - 138 °C | TI 2115 |
| Vibraciones | | |
| Radial X | 0,2-0,4 mills | VT 111 |
| Tercera etapa: | | |
| Temperaturas | | |

| | | |
|--------------------------------------------|---------------------|------------------|
| Entrada: | 30 – 45 °C | TE 104 |
| Salida: | 80 – 95 °C | TI 2113 |
| Vibraciones | | |
| Radial X | 0,2-0,4 mills | VT 112 |
| 2. Unidad de refrigeración (R-2401) | | |
| Temperatura aire | | |
| Entrada: | 28 – 35 °C | TE2401 |
| Salida: | 3 – 11 °C | TE 2419 |
| Presión agua refrigerada | 1,5 - 2,7 bar | PI 2422 o PI2423 |
| Temp. Agua refrigerada | 4 – 10 °C | TI 2411 |
| Presión de aceite | 80 - 112 psi | PI 2426 |
| Presión succión Freón | 3 – 6,0 bar | PI 2425 |
| Presión salida Freón | 8 – 15 bar | PI 2424 |
| Corriente | 0 - 35 A | |
| 3. Filtros Moleculares | | |
| Presión de trabajo | 0 - 5,0 bar | PI2601 o PI2602 |
| Presión de instrumentación | 4,0 - 5 bar | PI 4270 |
| Flujo de regeneración | 800 - >1000 m3/h | FIAL 2610 |
| ppm de CO2 en aire | 0 - 2 ppm | QRAH 2602 |
| 4. Compresor de recicló C2102 * | | |
| Flujo de trabajo | 8.500 – 10.200 m3/h | FI 2510 |
| Presión de trabajo | 260 - 276 PSI | PT 101 |
| Presión de aceite | 15 - 32 PSI | PT 105 |
| Temperatura aire salida | 30 - 45°C máx. | TE 105 |
| Corriente | 164-196 A | IT 114 |
| Primera etapa: | | |
| Temperaturas | | |
| Entrada: | 18 –30 °C | TI 2161 |
| Salida: | 100 – 120 °C | TI 2152 |
| Vibraciones | | |
| Radial X | 0.2 – 1.5 Mills | VT 110 |

| | | |
|------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| Segunda etapa: | | |
| Temperaturas | | |
| Entrada: | 15 - 35°C | TE 103 |
| Salida: | 100 - 120°C | TI 2154 |
| Vibraciones | | |
| Radial X | 0.2 - 1.5 Mills | VT 111 |
| 5.1. Booster C2501 * | | |
| Flujo de entrada | 8.500 – 10.200 m3/h | FI 2510 |
| Presión de entrada | 18 – 19,5 bar | PI 506 |
| Presión de Salida | 23 - 25 bar | PI 507 |
| 5.2. Turbina de Expansión X2501* | | |
| Temperaturas de trabajo | | |
| Entrada: | -107 - 127°C | TI 2510 |
| Salida: | -158 -167°C | TI 2502 |
| Presiones de trabajo | | |
| Entrada: | 22 - 26 bar | PI 2501 |
| Salida: | 4,5-5,7 bar | PI 2502 |
| Gup pressure | 10,5-11,5 bar | PI 502 |
| Velocidad | 26.500 - 28000 r.p.m. | SI 2501 |
| Presión de aceite | 2,2 - 2,8 bar | PI 503 |
| 6. Columna de destilación T 3202* | | |
| Parámetros de trabajo: | | |
| Nivel de crudo columna media presión | 80% | LIC 3201(automático) |
| Nivel de lox en condensador | 60% | LIC 3211(automático) |
| HC 3201 V/V de expansión | 35% | HC 3201 |
| HC 3211 V/V de N2 de recirculación | 47 - 51% | HC 3211 |
| HC 3207 V/V de N2 producción | depende producción | HC 3207 |
| Pureza de Oxigeno de producción | 99,6 - 100% | QRA 5820 (P.C.C. 06) |

| | | |
|------------------------------------------|----------------|--------------------------------|
| Pureza de Nitrógeno de producción | 0- 6 ppm. | QRA 5835 (P.C.C. 06) |
| Presión columna alta presión | 4.5 – 5 bar | PI 3201 |
| Presión diferencial columna alta presión | 110 – 155 mbar | PDI 3202 |
| Presión columna baja presión | 0.45 – 0.8 bar | PI 3211 |
| Presión diferencia columna baja presión | 200 – 365 mbar | PDI 3212 |
| Temperaturas | | |
| Aire entrada R 2401 | 22-35 °C | TE 105 (C2101) |
| Aire salida R 2401 | 3-11 °C | TE 2419 |
| Entrada Turbina Expansión | -107 –127 °C | TE 2501 |
| Salida Turbina Expansión | - 158 - 167 °C | TE 2502 |
| Entrada compresor C 2501 | 30- 45 °C | TE 105 (C2102) |
| Oxígeno gas salida caja fría | 5 - 40 °C | TE 5820 |
| Nitrógeno gas salida caja fría | 1 - 45 °C | TE 5835 |
| Aire recirculación salida caja fría | 25 - 45 °C | TE 5870 |
| Nitrógeno impuro salida caja fría | 30 - 80 °C | TE 5880 |
| Aire no expandido entrada columna | -155 -167 °C | TE 3202 |
| Aire expandido entrada columna | -148 -163 °C | TE 3203 |
| Crudo entrada columna baja presión | - 170 -179 °C | TE 3205 |
| Nitrógeno entrada columna baja presión | -175 –185 C | TE 3206 |
| Nitrógeno gas salida E 3101 | - 170 -175 °C | TE 3208 |
| Oxígeno liquido salida E 3101 | - 181 – 188 °C | TE 3212 |
| Nitrógeno de regeneración salida E 3101 | - 165 – 175 °C | TE 3282 |
| Aire recirculación entrada caja fría | 25 – 45°C | TE 5801 |

Nota: Para tener el criterio del cambio de parámetros fueron consultados en los manuales de la planta y con el Sr. Claudio Quijada (Gerente de Plantas de Planta Productoras).

HOJA DE SEGURIDAD DEL OXÍGENO LÍQUIDO

INDURA



Hoja de Datos de Seguridad de Transporte

| | | | | |
|-------------|------------|--------------------|------------------------|--------------------|
| Edición.: | Fecha: | Emi.: M. Badillo B | Rev.: R. Figueroa / C. | Apr. : F. Sandoval |
| HDST-LOX-01 | 17-05-2011 | | Crespo | |

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE TRANSPORTE (HDS)
 Elaborada de acuerdo con los requerimientos establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2266:2010 Transporte, Almacenamiento y Manejo de Productos Químicos peligrosos. Requisitos – Requisitos del Instituto Ecuatoriano de Normalización. Vigencia desde: Mayo del 2011

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----|--------------------|-------------------------|------------------------|-----------|--------------------|---------|-------------------------|---------------|----------------------------|---------------|------------------------|--|-----------|--------------|-----------|--------------|
| <p>1. Identificación de la Compañía</p> <p>INDURA ECUADOR S.A.</p> <p>Km 14 ½ Vía a Daule y AV. El Cenáculo Guayaquil-Ecuador</p> <p>NUMERO DE TELEFONO (593-4)2597-610</p> <p>1800-INDURA 463872</p> <p>TELEFONO DE EMERGENCIA. 086356547</p> | <p>2. Clasificación del Riesgo del Producto</p> <p>Material o Sustancia: Oxigeno Liquido</p> <p>Numero NU: 1073</p> <p>Rotulación de Transporte (INEN 2266:2010):</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>Rotulación de Almacenamiento (INEN 2266:2010):</p> <p>Clasificación de Riesgos del Producto</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Salud ■ Inflamable ■ Reactividad <input type="checkbox"/> Riesgos Especiales <div style="text-align: center;"> </div> <p>Riesgo</p> <ul style="list-style-type: none"> 0 Insignificante 1 Ligero-Suave 2 Moderado-Medio 3 Alto-Severo 4 Muy Alto-Extremo | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>3. Nombre de la Sustancia Química</p> <p>Nombre del Producto: Oxigeno Liquido</p> <p>Nombre Químico: Oxigeno, O₂</p> <p>Nombres Comunes / Sinónimos: Oxigeno Liquido, LOX</p> | <p>4. Descripción General del Producto</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 70%;">Estado Físico</td> <td>Gas</td> </tr> <tr> <td>Apariencia y Color</td> <td>Gas incoloro y sin olor</td> </tr> <tr> <td>Punto de Ebullición °C</td> <td>- 183.1°C</td> </tr> <tr> <td>Punto de Fusión °C</td> <td>- 219°C</td> </tr> <tr> <td>Punto de Inflamación °C</td> <td>No Inflamable</td> </tr> <tr> <td>Temperatura de Ignición °C</td> <td>No Inflamable</td> </tr> <tr> <td>Propiedades Explosivas</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">LEL Vol %</td> <td>No Aplicable</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">UEL Vol %</td> <td>No Aplicable</td> </tr> </table> | Estado Físico | Gas | Apariencia y Color | Gas incoloro y sin olor | Punto de Ebullición °C | - 183.1°C | Punto de Fusión °C | - 219°C | Punto de Inflamación °C | No Inflamable | Temperatura de Ignición °C | No Inflamable | Propiedades Explosivas | | LEL Vol % | No Aplicable | UEL Vol % | No Aplicable |
| Estado Físico | Gas | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Apariencia y Color | Gas incoloro y sin olor | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Punto de Ebullición °C | - 183.1°C | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Punto de Fusión °C | - 219°C | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Punto de Inflamación °C | No Inflamable | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temperatura de Ignición °C | No Inflamable | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Propiedades Explosivas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LEL Vol % | No Aplicable | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| UEL Vol % | No Aplicable | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>5. Naturaleza del Riesgo</p> <p>Riesgos / Síntomas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inhalación: Altas concentraciones de Oxígeno (mayores de 75%) causan síntomas de hiperoxia que incluyen calambres, náusea, mareo, hipotermia, ambliopia, dificultades de respiración, bradicardia, desmayos y convulsiones que pueden llevar a la muerte. Concentraciones entre un 25 a 75% presentan riesgo de inflamación de materia orgánica en el cuerpo. • Contacto con la Piel: Congelación grave y quemaduras criogénicas. • Contacto con los Ojos: Enrojecimiento y quemaduras criogénicas graves. • Ingestión: Efectos adversos no anticipados. | <p>6. Elementos de Protección Personal</p> <p>Protección Respiratoria: Línea de aire de presión positiva con máscara facial completa y botella de escape o aparato respiratorio independiente, deberían estar disponibles para uso de emergencia, para concentraciones superiores al 25%.</p> <p>Protección de las Manos: Guantes largos y aislantes de frío o de cuero, los cuales deben estar limpios, secos y libres de grasa, aceites y crema.</p> <p>Protección de la Vista: Gafas o anteojos de seguridad según sea apropiado para el trabajo que se realiza.</p> <p>Protección de la Piel y del Cuerpo: Zapatos de seguridad de cuero, libres de derivados del petróleo son apropiados para el trabajo.</p> |
| <p>7. Medidas de Primeros Auxilios</p> <p>En caso de:</p> <p>Inhalación: Atención médica inmediata es obligatoria en todos los casos de sobreexposición. Las personas conscientes deben llevarse a un lugar no contaminado para que respiren aire fresco. La rápida remoción del área contaminada es muy importante. Tratamiento adicional debería ser sintomático y de apoyo. Informar al médico tratante que el enfermo puede estar presentando hiperoxia.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contacto con la Piel: Remueva la ropa contaminada y enjuague las áreas afectadas con agua tibia. Si la irritación persiste, buscar ayuda médica. • Contacto con los Ojos: Enjuague rápidamente con agua por 15 minutos. Buscar ayuda médica inmediata. • Ingestión: No se anticipa ingestión. | <p>8. Medios y Medidas para Combatir el fuego</p> <p>Agentes de Extinción: El Oxígeno no es inflamable, pero si comburente, lo cual acelera vigorosamente la combustión. Use lo que sea adecuado para los materiales combustibles involucrados en el fuego. Use rocío de agua para enfriar los contenedores expuestos.</p> <p>Agentes de Extinción Contraindicados: No existen.</p> |
| <p>9. Medidas para Controlar Derrames o Fugas</p> <p>Perímetros de Seguridad Recomendados: 100 m en todas las direcciones.</p> <p>Precauciones para el Medio Ambiente: No se han dado datos.</p> <p>Métodos de Limpieza: No Aplica</p> <p>Equipamiento Mínimo del Transportista: Cumplir con lo establecido en la Norma INEN 2266:2010</p> | <p>10. Información Complementaria</p> <p>Los datos consignados en este Hoja informativa fueron obtenidos de fuentes confiables. Las opiniones expresadas en este formulario son las de profesionales capacitados. La información que se entrega en él es la conocida actualmente sobre la materia.</p> <p>Considerando que el uso de esta información y de los productos está fuera del control del proveedor, la empresa no asume responsabilidad alguna por este concepto. Determinar las condiciones de uso seguro del producto es obligación del usuario.</p> |

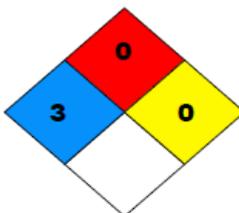
HOJA DE SEGURIDAD DEL NITRÓGENO LÍQUIDO



Hoja de Datos de Seguridad de Transporte

| | | | | |
|---------------------------|----------------------|--------------------|-------------------------------|-------------------|
| Edición.: HDST- LIN-01 | Fecha: 17-05-2011 | Emi.: M. Badillo B | Rev.: R. Figueroa / C. Crespo | Apr.: F. Sandoval |
|---------------------------|----------------------|--------------------|-------------------------------|-------------------|

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE TRANSPORTE (HDS)
 Elaborada de acuerdo con los requerimientos establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2266:2010 Transporte, Almacenamiento y Manejo de Productos Químicos peligrosos. Requisitos – Requisitos del Instituto Ecuatoriano de Normalización.
 Vigencia desde: **Mayo del 2011**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------|--------------------|---------------------|------------------------|-----------|--------------------|-----------|-------------------------|---------------|--------------------------------|---------------|------------------------|--|-----------|--------------|-----------|--------------|
| <p>1. Identificación de la Compañía</p> <p>INDURA ECUADOR S.A.</p> <p>Km 14 ½ Vía a Daule y AV. El Cenáculo Guayaquil-Ecuador</p> <p>NUMERO DE TELEFONO (593-4)2597-610</p> <p>1800-INDURA 463872</p> <p>TELEFONO DE EMERGENCIA. 086356547</p> | <p>2. Clasificación del Riesgo del Producto</p> <p>Material o Sustancia: Nitrógeno Líquido</p> <p>Numero NU: 1977</p> <p>Rotulación de Transporte (INEN 2266:2010):</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Rotulación de Almacenamiento (INEN 2266:2010):</p> <p>Clasificación de Riesgos del Producto</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Salud ■ Inflamable ■ Reactividad Riesgos Especiales <div style="text-align: center;">  </div> <p>Riesgo</p> <ul style="list-style-type: none"> 0 Insignificante 1 Ligeramente Suave 2 Moderado-Medio 3 Alto-Severo 4 Muy Alto-Extremo | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>3. Nombre de la Sustancia Química</p> <p>Nombre del Producto: Nitrógeno Líquido</p> <p>Nombre Químico: Nitrógeno, N₂</p> <p>Nombres Comunes / Sinónimos: Nitrógeno Líquido Refrigerado, LIN</p> | <p>4. Descripción General del Producto</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Estado Físico</td> <td>Líquido</td> </tr> <tr> <td>Apariencia y Color</td> <td>Incoloro y sin olor</td> </tr> <tr> <td>Punto de Ebullición °C</td> <td>- 195.7°C</td> </tr> <tr> <td>Punto de Fusión °C</td> <td>- 210.2°C</td> </tr> <tr> <td>Punto de Inflamación °C</td> <td>No Inflamable</td> </tr> <tr> <td>Temperatura de Autoignición °C</td> <td>No Inflamable</td> </tr> <tr> <td>Propiedades Explosivas</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">LEL Vol %</td> <td>No Aplicable</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">UEL Vol %</td> <td>No Aplicable</td> </tr> </table> | Estado Físico | Líquido | Apariencia y Color | Incoloro y sin olor | Punto de Ebullición °C | - 195.7°C | Punto de Fusión °C | - 210.2°C | Punto de Inflamación °C | No Inflamable | Temperatura de Autoignición °C | No Inflamable | Propiedades Explosivas | | LEL Vol % | No Aplicable | UEL Vol % | No Aplicable |
| Estado Físico | Líquido | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Apariencia y Color | Incoloro y sin olor | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Punto de Ebullición °C | - 195.7°C | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Punto de Fusión °C | - 210.2°C | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Punto de Inflamación °C | No Inflamable | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temperatura de Autoignición °C | No Inflamable | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Propiedades Explosivas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LEL Vol % | No Aplicable | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| UEL Vol % | No Aplicable | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>5. Naturaleza del Riesgo</p> <p>Riesgos / Síntomas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inhalación: Asfijante simple, no tóxico. Los efectos de deficiencia de oxígeno pueden incluir: respiración rápida, agudeza mental disminuida, coordinación muscular afectada, fallas de juicio, depresión de todas las sensaciones, inestabilidad emocional y fatiga. A medida que la asfixia progresa, pueden resultar en náuseas, vómitos y pérdida de conciencia, llevando eventualmente a convulsiones, coma y muerte. • Contacto con la Piel: Congelamiento de la piel y graves quemaduras. En la piel quemada por congelación no hay dolor. El aspecto es encerado y de color amarillento. En cuanto se descongela, es muy doloroso, se hincha y es muy propensa a infecciones. • Contacto con los Ojos: Congelamiento de la membrana de los ojos y graves quemaduras criogénicas. • Ingestión: Es poco probable, pero llegaría a causar graves quemaduras criogénicas. | <p>6. Elementos de Protección Personal</p> <p>Protección Respiratoria: Línea de aire de presión positiva con máscara facial completa y botella de escape o aparato respiratorio independiente, deberían estar disponibles para uso de emergencia.</p> <p>Protección de las Manos: Guantes protectores de material apropiado para el trabajo, se recomienda que sean de cuero o criogénicos.</p> <p>Protección de la Vista: Gafas o anteojos de seguridad, además de careta facial.</p> <p>Protección de la Piel y del Cuerpo: Zapatos de seguridad.</p> |
| <p>7. Medidas de Primeros Auxilios</p> <p>En caso de:</p> <p>Inhalación: Atención médica inmediata es obligatoria en todos los casos de sobreexposición. Las personas conscientes deben llevarse a un lugar no contaminado para que respiren aire fresco. La rápida remoción del área contaminada es muy importante. Las personas inconscientes deben llevarse a una zona no contaminada, y administrárseles resucitación artificial y oxígeno suplementario si es necesario.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contacto con la Piel: Remover toda la ropa que pueda reducir la circulación en el área congelada. No frotar partes congeladas ya que puede dañar la piel. Sumergir partes afectadas en agua a no más de 37°C. Trasladar a un centro asistencial. • Contacto con los Ojos: Lavar con abundante agua tibia. Trasladar a centro asistencial. • Ingestión: Improbable. | <p>8. Medios y Medidas para Combatir el fuego</p> <p>Agentes de Extinción: El nitrógeno no es inflamable, ni tampoco comburente. Use lo que sea adecuado para los materiales combustibles involucrados en el fuego. Use rocío de agua para enfriar los contenedores expuestos.</p> <p>Agentes de Extinción Contraindicados: No existen.</p> |
| <p>9. Medidas para Controlar Derrames o Fugas</p> <p>Perímetros de Seguridad Recomendados: 100 m en todas las direcciones.</p> <p>Precauciones para el Medio Ambiente: No se han dado datos.</p> <p>Métodos de Limpieza: No Aplica</p> <p>Equipamiento Mínimo del Transportista: Cumplir con lo establecido en la Norma INEN 2266:2010</p> | <p>10. Información Complementaria</p> <p>Los datos consignados en este Hoja informativa fueron obtenidos de fuentes confiables. Las opiniones expresadas en este formulario son las de profesionales capacitados. La información que se entrega en él es la conocida actualmente sobre la materia.</p> <p>Considerando que el uso de esta información y de los productos está fuera del control del proveedor, la empresa no asume responsabilidad alguna por este concepto. Determinar las condiciones de uso seguro del producto es obligación del usuario.</p> |