Universidad de Lima

Facultad de Ingeniería Industrial

Carrera de Ingeniería Industrial

ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PARA LA FABRICACIÓN DE CELDAS DE ELECTRÓLISIS

Trabajo de investigación para optar el título profesional de ingeniero industrial

Coquis Sanchez-Concha, Rodrigo

20090273

Ure Fainzilber, Danny Alexander

20091154

Asesor

Victor Manuel Sotelo Neyra

Lima - Perú

Agosto del 2016

UNIVERSIDAD DE LIMA
SCIENTIA ET PRAXIS

ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PARA LA FABRICACIÓN DE CELDAS DE ELECTRÓLISIS

TABLA DE CONTENIDO

Resumen ejecutivo 13

CAPÍTULO I: PLAN DE INVESTIGACIÓN 16

1.1 Problemática de investigación 16

1.1.1 Presentación del tema 16

1.2 Objetivos de la investigación 19

1.3 Justificación de la Investigación 20

1.3.1 Técnica 20

1.3.2 Económica 20

1.3.3 Social 21

1.4 Hipótesis de trabajo 21

1.5 Marco referencial de la investigación 21

1.5.1 Marco referencial 21

1.5.2 Marco conceptual 22

1.6 Análisis del sector 35

CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO 38

2.1 Aspectos generales del estudio de mercado 38

2.1.1 Definición comercial del producto 38

2.1.2 Principales características del producto 38

2.1.3 Determinación del área geográfica que abarcará el estudio 45

2.2 Análisis de la demanda 47

2.2.1 Demanda histórica 47

2.2.2 Demanda potencial 49

2.2.3 Proyección de la demanda y metodología del análisis 50

2.3 Análisis de la oferta 51

2.3.1 Análisis de la competencia 51

2.3.2 Oferta actual 51

2.4 Demanda para el proyecto 52

2.4.1 Segmentación del mercado 52

2.4.2 Selección del mercado meta 52

2.4.3 Determinación de la demanda para el proyecto 53

2.5 Estrategia de comercialización 63
2.5.2 Análisis de precios 65
2.6 Disponibilidad de insumos 68
2.6.1 Características principales de la materia prima 68
2.6.2 Potencialidad del recurso en la zona de influencia del proyecto 68
CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE PLANTA 69
3.1 Análisis de los factores de localización 69
3.2 Posibles ubicaciones de acuerdo a factores predominantes 70
3.3 Evaluación y selección de localización 73
3.3.1 Evaluación y selección de la macro localización 73
3.3.2 Evaluación y selección de la micro localización 75
3.3.3 Evaluación y selección de la provincia o distrito 75
CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE PLANTA 81
4.1 Relación tamaño-mercado 81
4.2 Relación tamaño- recursos productivos 81
4.3 Relación tamaño- tecnología 82
4.4. Relación tamaño- punto de equilibrio 83
4.5 Selección del tamaño de planta 86
CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO 87
5.1 Definición del producto basada en sus características de fabricación 87
5.1.1Especificaciones técnicas del producto 87
5.2 Tecnologías existentes y procesos de producción 92
5.2.1 Naturaleza de la tecnología requerida 92
5.2.2 Proceso de producción 99
5.3 Características de las instalaciones y equipo 103
5.3.1 Selección de la maquinaria y equipo 103
5.3.2 Especificaciones de la maquinaria 105
5.4 Capacidad instalada 108
5.4.1 Cálculo de la capacidad instalada 108
5.4.2 Cálculo detallado del número de máquinas requeridas 109
5.5 Resguardo de la calidad 110
5.5.1 Calidad de la materia prima, de los insumos, del proceso y del producto 110
5.5.2 Medidas de resguardo de la calidad en la producción 112

5.6 Estudio de impacto ambiental 112
5.7 Seguridad y salud ocupacional 113
5.8 Sistema de mantenimiento 115
5.9 Programa de producción para la vida útil del proyecto 118
5.9.1 Consideraciones sobre la vida útil del proyecto 118
5.9.2 Programa de producción para la vida útil del proyecto 119
5.10 Requerimiento de insumos, personal y servicios 119
5.10.1 Materia prima, insumos y otros materiales 119
5.10.2 Servicios: energía eléctrica, agua, vapor, combustible, etc. 121
5.10.3 Determinación del número de operarios y trabajadores indirectos 122
5.10.4 Servicios de terceros 124
5.11 Características físicas del proyecto 125
5.11.1 Factor edificio 125
5.11.2 Factor servicio 126
5.12 Disposición de planta 128
5.12.1 Determinación de las zonas físicas requeridas 128
5.12.2 Cálculos de áreas para cada zona 129
5.12.3 Dispositivos de seguridad industrial y señalización 132
5.12.4 Disposición general 133
5.12.5 Disposición de detalle 13
5.13 Cronograma de implementación del proyecto 139
CAPÍTULO VI: ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA 139
6.1 Organización empresarial 139
6.2 Requerimiento de personal directo, administrativo y de servicios 139
6.3 Estructura organizacional 141
CAPÍTULO VII: ASPECTOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS 141
7.1 Inversiones 141
7.1.1 Estimación de las inversiones 141
7.1.2 Capital de trabajo 144
7.2 Costos de producción 145
7.2.1 Costos de materias primas, insumos y otros materiales 145
7.2.2 Costo de los servicios (energía eléctrica, agua, combustible, etc.) 147
7.2.3 Costo de la mano de obra 149

7.3 Presupuesto de ingresos y egresos 152
7.3.1 Presupuesto de ingreso por ventas 152
7.3.2 Presupuesto operativo de costos 153
7.3.3 Presupuesto operativo de gastos administrativos (ventas, marketing, distribución, atención a clientes y gastos generales) 156
7.4 Flujo de fondos netos 157
7.4.1 Flujo de fondos económicos 161
7.4.2 Flujo de fondos financieros 163
CAPÍTULO VIII: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL PROYECTO 164
8.1 Evaluación económica: VAN, TIR, B/C, PR 164
8.2 Evaluación financiera: VAN, TIR, B/C, PR 165
8.3 Análisis de los resultados económicos y financieros del proyecto 166
8.4 Análisis de sensibilidad del proyecto 166
CAPÍTULO IX: EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO 173
9.1 Identificación de las zonas y comunidades de influencia del proyecto 174
9.2 Impacto en la zona de influencia del proyecto 174
9.3 Impacto social del proyecto 175
CONCLUSIONES 177
RECOMENDACIONES 177
REFERENCIAS 180
BIBLIOGRAFÍA 183
ANEXOS 184

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Ahorro de combustible mediante el indicador SFC (Specific Fuel Consumption) de un motor de pruebas Diesel. 17
Figura 1.2: Evidencia de la reducción de emisiones de CO de un motor de pruebas Diesel. .. 17
Figura 1.3: Ilustración del Proceso de Electrólisis del Agua. 23
Figura 1.4: Velocidad de Encendido de distintos combustibles. 24
Figura 1.5: Prototipo de "celda húmeda" 26
Figura 1.6: Prototipo de "celda seca" 27
Figura 1.7: Sistema de hidrógeno HHO PLUS – DC2000 30
Figura 1.8: Sistema de hidrógeno OCEAN GO 31
Figura 1.9: Prototipo de producto Final 34
Figura 2.1: Marca de sistemas de hidrógeno vehicular 38
Figura 2.2: Velocidad de encendido de distintos combustibles 39
Figura 2.3: Funcionamiento de los sistemas GLP y GNV vehicular 44
Figura 2.4: Mapa del Perú por departamentos 45
Figura 2.5: Parque automotor por departamento al 2014 47
Figura 2.6: Equipos GLP y GNV importados del 2009 al 2014 48
Figura 2.7: Proyección de la demanda potencial de sistemas de hidrógeno vehicular 51
Figura 2.8: ¿Qué combustible usa? 55
Figura 2.9: Gasto mensual en combustible 56
Figura 2.10: ¿Compraría un sistema que reduzca su consumo de combustible? 57
Figura 2.11: ¿Compraría un sistema que aumente la potencia de su vehículo? 58
Figura 2.12: ¿Compraría un sistema que aumente la potencia de su vehículo? 59
Figura 2.13: ¿Compraría un sistema que reduzca su consumo de combsutible, aumente la potencia de su vehículo y alargue el periodo de vida de su motor? 60
Figura 2.14: ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el sistema? 61
Figura 2.15: ¿Qué tan interesado estaría en comprar un sistema que reducirá el consumo de combustible de su vehículo, aumentará la potencia y alargará el periodo de vida de su motor? 62
Figura 2.16: Sistema de hidrógeno HHO PLUS – DC2000 71
Figura 2.17: Sistema de hidrógeno OCEAN GO 71

Figura 3.1: Parque automotor por provínciás 71
Figura 3.2: M2 en zonas industriales por sectores de Lima Metropolitana 77
Figura 3.3: Vías y centros de dinamismo económico en Lima Metropolitana 78
Figura 3.4: Ubicación del parque industrial “El Asesor” 80
Figura 5.1: Reservorio de agua 88
Figura 5.2: Manguera de alta presión 88
Figura 5.3: Controlador electrónico 89
Figura 5.4: Cable 10 AWG 90
Figura 5.5: Válvula check 90
Figura 5.6: Sistema mecánico 91
Figura 5.7: Sistema eléctrico 91
Figura 5.8: Esquema del corte plasma 92
Figura 5.9: Esquema del corte láser 93
Figura 5.10: Ilustración del corte mecánico 94
Figura 5.11: Ilustración del corte manual 95
Figura 5.12: Ilustración del corte CNC 96
Figura 5.13: Ilustración del corte láser 97
Figura 5.14: Ilustración de la máquina de prensa hidráulica 98
Figura 5.15: Diagrama de operaciones 101
Figura 5.16: Diagrama de bloques 102
Figura 5.17: Máquina de corte a láser modelo SW-200HZ fabricada por la compañía “LINHAN SCIENCE & TECHNOLOGY” 103
Figura 5.18: Máquina de corte plasma modelo SW-1530S fabricada por la compañía “LINHAN SCIENCE & TECHNOLOGY” 104
Figura 5.19: Método de los 7 pasos 111
Figura 5.20: Limpieza de husillo de corte láser 118
Figura 5.21: Representación de un rombo de la tabla relacional 134
Figura 5.22: Tabla relacional 135
Figura 5.23: Diagrama relacional de actividades 136
Figura 5.24: Plano de planta de producción de celdas de electrólisis (1er piso) 136
Figura 5.25: Plano de planta de producción de celdas de electrólisis (2do piso) 136
Figura 5.26: Cronograma de implementación 139
Figura 6.1: Organigrama de la estructura administrativa de la planta de producción de celdas de electrólisis 141

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Matriz EFE 37
Tabla 2.1: Distribución del parque automotor por departamento al 2014 46
Tabla 2.2: Equipos GLP y GNV importados del 2009 al 2012 48
Tabla 2.3: Proyección de la demanda potencial de sistemas de hidrógeno vehicular 50
Tabla 2.4: Encuesta 53
Tabla 2.5: Composición química del acero inoxidable 316L 68
Tabla 3.1: Parque automotor por provincias 71
Tabla 3.2: Parques Industriales del Perú 72
Tabla 3.3: Codificación de los factores de localización 73
Tabla 3.4: Reglas de calificación en matriz de enfrentamiento para macro localización 74
Tabla 3.5: Matriz de enfrentamiento para macro localización 74
Tabla 3.6: Escala de calificación de los factores de macro localización 74
Tabla 3.7: Ranking de factores para determinar macro localización 75
Tabla 3.8: Costo por m2 en zonas industriales por sectores de Lima Metropolitana 76
Tabla 3.9: M2 en zonas industriales por sectores de Lima Metropolitana 76
Tabla 3.10: Escala de calificación de los factores de macro localización 78
Tabla 3.11: Ranking de factores para determinar macro localización 79
Tabla 3.12: Ranking de factores para determinar macro localización 79
Tabla 4.1: Componentes de cada sistema por separado 81
Tabla 4.2: Proveedores para los 3 componentes más importantes del "Sistema de hidrógeno vehicular" 82
Tabla 4.3: Cálculo de los costos de mano de obra anual 83
Tabla 4.4: Cálculo de los costos variables 84
Tabla 4.5: Estimación de los costos fijos totales anuales 85
Tabla 4.6: Cálculo del margen de contribución 85
4.5 Selección del tamaño de planta 86
Tabla 4.7: Tamaños de planta según cada criterio seleccionado 86
Tabla 5.1: Composición química del acero inoxidable 316L 87
Tabla 5.2: Características de la máquina de corte láser modelo SW-200HZ 105
Tabla 5.3: Especificaciones técnicas de la máquina de corte láser modelo SW-200HZ 106
Tabla 5.4: Características de la máquina de corte plasma modelo SW-1530S 107

Tabla 5.5: Especificaciones técnicas de la máquina de corte plasma modelo SW-1530S 108
Tabla 5.6: Cálculo de número de máquinas 109
Tabla 5.7: Requisitos legales por categoría de impacto ambiental 113
Tabla 5.8: Análisis de riesgos para el proyecto 115
Tabla 5.9: Cuadrillas de mantenimiento correctivo y reactivo 116
Tabla 5.10: Procedimiento de implementación de mantenimiento preventivo 117
Tabla 5.11: Plan de producción del proyecto 119
Tabla 5.12: Plan de requerimiento de materia prima 120
Tabla 5.13: Plan de requerimiento de insumos directos 121
Tabla 5.14: Consumo de electricidad 121
Tabla 5.15: Cálculo del número de operarios 122
Tabla 5.16: Mano de obra directa e indirecta para la planta 123
Tabla 5.17: Trabajadores administrativos requeridos para el proyecto 124
Tabla 5.18: Cálculo del coeficiente de evolución 129
Tabla 5.19: Cálculo del área requerida de planta 130
Tabla 5.20: Área total requerida para la planta 132
Tabla 5.21: Colores empleados en señales de seguridad 133
Tabla 5.22: Tabla de valor de la proximidad 134
Tabla 5.23: Relación de motivos 134
Tabla 5.24: Identificación de actividades 136
Tabla 6.1: Trabajadores requeridos para el proyecto 139
Tabla 7.1: Relación de inversiones en máquinas y equipos fabriles 141
Tabla 7.2: Relación de inversiones en infraestructura 142
Tabla 7.3: Inversión en equipos e implementos de oficina 143
Tabla 7.4: Relación de inversiones en activos intangibles 143
Tabla 7.5: Cálculo del capital de trabajo 144
Tabla 7.6: Cálculo de la inversión total 145
Tabla 7.7: Costo de materia prima directa (S/.) 146
Tabla 7.8: Costo de insumos directos (S/.) 146
Tabla 7.9: Tarifa MT3 de energía eléctrica 147
Tabla 7.10: Costo de servicios consumidos y contratados (S/.) 148
Tabla 7.11: Remuneración de la mano de obra directa (S/.) 149
Tabla 7.12: Costos de mano de obra directa 149

Tabla 7.13: Remuneración de la mano de obra indirecta (S/.) 150
Tabla 7.14: Costo de mano de obra indirecta (S/.) 150
Tabla 7.15: Remuneración del personal administrativo (S/.) 151
Tabla 7.16: Sueldos y salarios del personal administrativo 152
Tabla 7.17: Ventas netas totales por año 152
Tabla 7.18: Depreciación de activos tangibles 154
Tabla 7.19: Depreciación de activos intangibles 155
Tabla 7.20: Presupuesto anual de costo de producción 156
Tabla 7.21: Presupuesto de gastos administrativos 157
Tabla 7.22: Cálculo de costo promedio ponderado de capital 157
Tabla 7.23: Tabla de servicio a la deuda 159
Tabla 7.24: Condiciones del financiamiento 160
Tabla 7.25: Estados de resultados para la vida útil del proyecto 161
Tabla 7.26: Flujo neto de fondos económicos 162
Tabla 7.27: Flujo neto de fondos financieros 163
Tabla 8.1: Determinación del valor actual neto económico del proyecto 164
Tabla 8.2: Indicadores económicos de rentabilidad 164
Tabla 8.3: Determinación del valor actual neto financiero del proyecto 165
Tabla 8.4: Indicadores financieros de rentabilidad 165
Tabla 8.5: Ingresos por ventas para 3 tipos de escenarios 167
Tabla 8.6: Estados de resultados para la vida útil del proyecto - escenario optimista 168
Tabla 8.7: Flujo neto de fondos económicos - escenario optimista 169
Tabla 8.8: Indicadores económicos de rentabilidad - escenario optimista 169
Tabla 8.9: Estados de resultados para la vida útil del proyecto - escenario medio 170
Tabla 8.10: Flujo neto de fondos económicos - escenario medio 171
Tabla 8.11: Indicadores económicos de rentabilidad - escenario medio 171
Tabla 8.12: Estados de resultados para la vida útil del proyecto - escenario pesimista 172
Tabla 8.13: Flujo neto de fondos económicos - escenario pesimista 173
Tabla 8.14: Indicadores económicos de rentabilidad - escenario medio 173
Tabla 9.1: Evaluación social del proyecto 175

RESUMEN EJECUTIVO

Lima Metropolitana es la ciudad más contaminada de Sudamérica. La antigüedad de su parque automotor y del sistema de transporte ha ocasionado que el aire que respira su población sea nocivo, lo cual se refleja en la cantidad de enfermedades respiratorias de las que sufre su población. (El Comercio, 2014)

Numerosas investigaciones científicas describen cómo la adición de gas hidrógeno como combustible dual a los ciclos de combustión Diesel y Otto logra elevar la eficiencia de la combustión reduciendo las emisiones contaminantes, a la vez que se eleva la performance del motor, generando ahorro de combustible y aumento de la potencia.

El presente estudio evalúa la implementación de una fábrica de celdas de electrólisis, el equipo principal para conformar un sistema de hidrógeno vehicular. Estos dispositivos se adicionan al automóvil para obtener los resultados anteriormente descritos.

En el estudio de mercado se establece y define el producto, sus propiedades, y se segmenta el mercado. Además, se calcula la demanda objetivo que se espera satisfacer.

En la sección de estudios técnicos, se analiza la disponibilidad de los insumos necesarios para la elaboración del producto, también se determina la ubicación ideal de la planta analizando diferentes factores de localización. Y finalmente se determina el tamaño de planta teniendo en cuenta si existen restricciones establecidas por los insumos, el mercado, la inversión, el financiamiento o el punto de equilibrio.

En la sección de ingeniería del proyecto – análisis del proceso, se define técnicamente el producto, se establece el método de producción y tecnología a utilizar, asimismo se determina la capacidad instalada, el posible impacto ambiental y las técnicas aplicadas para lograr la mejor productividad en las operaciones.

En la sección de inversión se determinan la cantidad de inversión (propia y financiada) y en qué se va a emplear. Es decir, se presenta el estimado de la inversión fija tangible, inversión fija intangible y el capital de trabajo, lo que permite dar una aproximación de los requerimientos financieros del proyecto.

En la sección de presupuestos de ingresos y egresos, se muestran y calculan todos los presupuestos propiamente dichos necesarios para la marcha del proyecto, así como también los estados financieros.

Finalmente, en cuanto a la sección de análisis económico y financiero, se elaboran estados financieros proyectados y se realiza la evaluación económica y financiera que determinará la viabilidad del proyecto en relación al nivel de rentabilidad pronosticado.

UNIVERSIDAD DE LIMA
SCIENTIA ET PRAXIS

EXECUTIVE SUMMARY

Lima is the most polluted city in South America. The age of its fleet and transport system has caused the air its population breathe to be harmful, which is reflected in the number of respiratory diseases suffered by them. El Comercio (2014)

Numerous scientific researches describe how the addition of hydrogen gas as a dual fuel in Diesel and Otto combustion cycles help achieve improvements in efficiency of combustion, reducing pollutant emissions, while the engine performance rises, leading to fuel savings and increased power.

This study evaluates the implementation of a factory for manufacturing electrolysis cells, which are to main equipment of vehicular hydrogen systems. These devices are fitted into cars to obtain the results described above.

The market study defines the product, its properties, and shows the market target. In addition, the expected demand is calculated.

In the technical studies section, the availability of technological inputs and raw materials necessary for product development is analyzed. The ideal location of the plant is also determined. Finally, the productive capability is determined by analyzing some restrictions established by inputs, market, investments, financing or breakeven.

In the engineering section, the product is technically defined and the production line, it´s capability and technology is established. Also, the environmental impact and the techniques used to achieve the best productivity are determined.

In the investment section, the amount of financial resources (own and financed) are determined. Furthermore, the estimated tangible fixed investment, fixed investment and intangible working capital are determined in order to estimate the financial requirements of the project.

In the budgeting section, incomes and expenses and all budgets necessary are determined for the proper progress of the project, as well as the financial statements.

Finally, in the section of economic and financial analysis, financial statements are projected in order to determine the feasibility of the project in relation to the level of profitability forecast is made.

CAPÍTULO I: PLAN DE INVESTIGACIÓN

1.1 Problemática de investigación

1.1.1 Presentación del tema

El tema a desarrollar en este trabajo es el estudio preliminar para la instalación de una planta de fabricación de celdas de electrólisis.

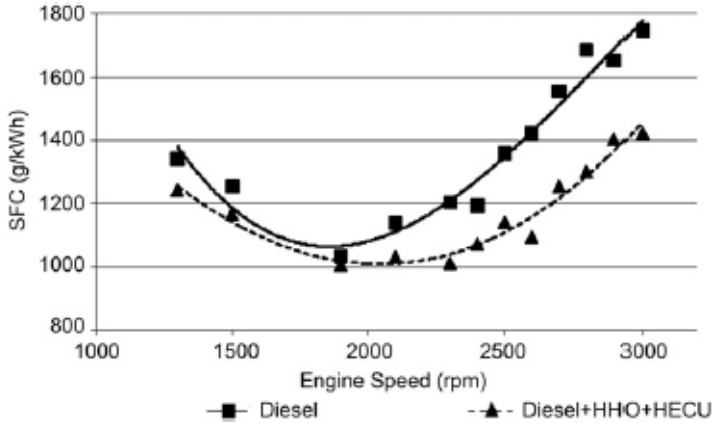
La relevancia de este trabajo como proyecto de investigación en ingeniería industrial reside en que se aplicarán las distintas metodologías aprendidas a lo largo de las asignaturas propias de la carrera para poder entender investigaciones y bibliografía disponibles para diseñar un producto competitivo en el mercado con aplicaciones versátiles, comprendiendo todas sus características físico-químicas como sus atractivos comerciales; además, de poder diseñar una línea de producción óptima para la fabricación y posterior comercialización de las celdas de electrólisis.

El presente trabajo de investigación se elabora en base a la necesidad latente de las personas de ahorrar dinero en el consumo de combustible, mejorar el vehículo que manejan y reducir la contaminación del medio ambiente. Por lo cual se planea desarrollar un posicionamiento frente al público de taxistas y personas que buscan reducir sus gastos mensuales teniendo un producto confiable y de alta calidad que sea ofrecido, instalado y mantenido con un servicio que asegure la satisfacción del cliente.

A nivel mundial viene surgiendo una nueva tecnología, los sistemas de hidrógeno vehicular, la cual cuenta con los beneficios de generar un ahorro de combustible, aumentar la potencia del motor y reducir las emisiones de gases contaminantes de los vehículos (Yilmaz, A., 2010)

Figura 1.1

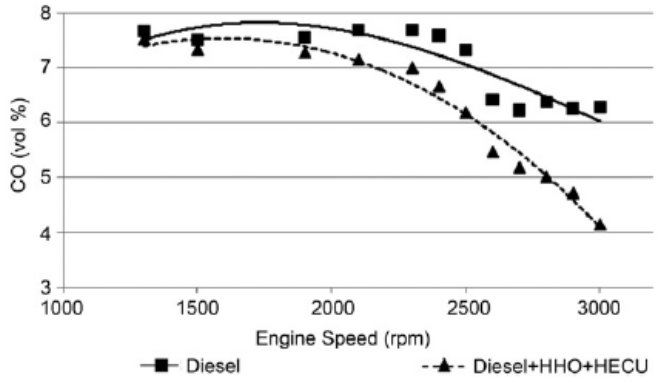
Ahorro de combustible mediante el indicador SFC (Specific Fuel Consumption) de un motor de pruebas Diesel.



Fuente: Yilmaz, A., (2010)

Figura 1.2

Evidencia de la reducción de emisiones de CO de un motor de pruebas Diesel.



Fuente: Yilmaz, A., (2010)

La parte central de estos sistemas es la celda de electrólisis, encargada de disociar el agua destilada en hidrógeno y oxígeno, una mezcla de gases, combustible y comburente, que al ser inyectada al cilindro mediante la admisión de aire, enriquece la mezcla de combustible y genera los beneficios anteriormente mencionados.

Se ha visto por conveniente producir el tipo de celda conocido como celda seca o “Dry Cell”, puesto que es más segura y eficiente.

Actualmente sólo una empresa dedica sus recursos a introducir este sistema al mercado nacional, por lo que se estaría tratando de un mercado nuevo y latente, de poca competencia y altas posibilidades de alcanzar un buen posicionamiento logrando una penetración de mercado y una operación comercial para lograr que el proyecto resulte rentable.

Más aún, existen menos de 4 empresas formales en la región sudamericana dedicadas a la fabricación de este producto, generalmente, estas empresas trabajan importando estos sistemas, por lo que producirlos sería una ventaja competitiva en el mercado peruano debido al liderazgo de precios gracias a la ausencia de gastos logísticos internacionales y ausencia de pago de aranceles; teniendo la ventaja de poder abastecer la demanda local de manera ágil.

El mercado de Lima metropolitana será la zona de introducción del producto, buscando ampliar la extensión de cobertura de mercado a nivel nacional y posteriormente a nivel internacional.

Actualmente, este producto es ofrecido en 20 países como Grecia, España, Estados Unidos, Latvia, Estonia, Colombia, Brasil, Portugal, entre otros; por fabricantes que tienen operaciones de más de 6 años como los productores de los sistemas de las marcas Drive H20, HHO PLUS, Ocean Go, entre otros.

Por todo lo mencionado se llega a la conclusión que la fabricación de celdas de electrólisis seca para formar parte de un sistema de hidrógeno vehicular es una buena idea de negocio para desarrollar.

EL producto propuesto para el estudio se define de la siguiente manera:

- Producto básico:

Celda de electrólisis seca para agua destilada que genera ahorro en consumo de combustible para carros a gas.

- Producto real:

Celda de electrólisis seca de 4 semi celdas en paralelo, cada una compuesta por 6 placas en serie, de configuración – NNNN +, para funcionamiento de 13.6V a 14.0V, 8A y de flujo de gas HHO de 1 litro por minuto.

Tendrá tapas laterales transparentes de acrílico.

El sistema será empacado en una caja de cartón corrugado con diseños y figuras explicativos de la tecnología. Será de marca H2PRO.

- Producto aumentado:

Sistema de hidrógeno vehicular H2PRO, que servirá para reducir el consumo de combustible, aumentar la potencia del motor y reducir las emisiones de gases nocivos para el medio ambiente.

Las ventas serán al por mayor a través de una red de distribuidores por lo que el servicio de instalación será realizado por estos. Sin embargo, se brindará el servicio de capacitación a los distribuidores para realizar una correcta instalación, mantenimiento y ofrecimiento comercial del sistema H2PRO, además del transporte de los bienes de la fábrica a los talleres. Asimismo, se dará seguimiento post venta a toda venta que se realice para asegurar la adecuada instalación de los sistemas como garantía por defectos de fábrica de un año.

El CIIU correspondiente al negocio sería 29290, correspondiente a la denominación "FAB. OTRO TIPO MAQUIN. USO ESPECIAL."

1.2 Objetivos de la investigación

Objetivo general:

El objetivo principal de la presente investigación es determinar la pre viabilidad técnica, económica, financiera y social de la instalación de una planta para la fabricación de celdas de electrólisis.

Objetivos específicos:

Los objetivos específicos de la presente investigación son:

- Determinar la pre viabilidad técnica de la instalación de una planta para la fabricación de celdas de electrólisis.

- Determinar la pre viabilidad económica, financiera y comercial de la instalación de una planta para la fabricación de celdas de electrólisis.

- Determinar la pre viabilidad social de la instalación de una planta para la fabricación de celdas de electrólisis.

1.3 Justificación de la Investigación

1.3.1 Técnica

Existen tres tecnologías para producir celdas de electrólisis: procesos automatizados, procesos semi-automatizado y el proceso manual. Se utilizará el sistema semi-automatizado ya que se trabajará los operarios de corte con máquinas CNC (control numérico computarizado) y las operaciones de ensamble serán hechas a mano. El control de calidad y la carga, descarga y movilización de materias primas, productos en proceso y productos terminados serán llevados a cabo por los mismos operarios.

Existe personal altamente calificado la utilización de las máquinas de corte CNC, y su mantenimiento. Por otro lado, no se necesita mayor instrucción para las operaciones de ensamble o transporte.

Disponibilidad de maquinarias y equipos de procedencia china, apropiado para la producción de celdas de electrólisis. Es viable adquirirlas ya que el Perú es un país abierto al comercio internacional y posee un tratado de libre comercio con dicho país.

La materia prima a utilizar para este proyecto son acero inoxidable SAE 316L, planchas de caucho de 1 mm de espesor y planchas de acrílico de 10mm de espesor. Estas pueden ser fácilmente obtenidas en el mercado limeño ya que existen proveedores de estos insumos a precios que permiten tener un alto margen.

1.3.2 Económica

Desde la perspectiva económica, se debe decir que el Perú está creciendo económicamente de manera continua (INEI, 2015), por lo que es un mercado interesante en el cual invertir.

Además, los precios de los combustibles son elevados con respecto a los de la región, por lo que un producto que permita reducir el gasto de este insumo sería aceptado por el mercado.

Haciendo una proyección preliminar, al necesitarse poca materia prima, mano de obra poco especializada y en general los costos de fabricación son bajos, por lo que se podría tener un alto margen de ganancias. Por esto último se podría decir preliminarmente que esta es una atractiva idea de negocio.

1.3.3 Social

El proyecto a investigar tiene un impacto social positivo, ya que se crearán puestos de trabajo, lo que conlleva a aumentar el bienestar social. Por otro lado, un beneficio que tiene la instalación de estos equipos en carros movilizados por motores a combustión interna es que se reducen las emisiones de gases contaminantes, por lo que se tiene un impacto medio ambiental al poder funcionar los carros sin contaminar a sobremanera el medio ambiente, además de generar ahorro en consumo de combustible lo que beneficiará la economía de las personas y la rentabilidad de los taxistas.

Por otro lado, la instalación de esta fábrica aportaría a uno de los objetivos del país que extender el sector industrial.

1.4 Hipótesis de trabajo

La hipótesis central del presente trabajo es que la instalación de una planta de fabricación de celdas de electrólisis es factible desde la perspectiva económica, financiera, tecnológica y social.

1.5 Marco referencial de la investigación

1.5.1 Marco referencial

Las investigaciones realizadas referidas al tema tomadas en consideración son:

- Klinge Ambrosini, Franko (2000) **“**Estudio de pre-factibilidad para la implementación de una empresa de sistemas duales de GLP en vehículos a gasolina.” Tesis en ingeniería industrial. Lima: Universidad de Lima. Similitudes: Contiene un estudio relacionado a la aplicación técnica y comercial de un negocio relacionado con tecnologías para aumentar la economía del

uso del automóvil. Diferencias: Este estudio se basa en la instalación de una tecnología distinta a la estudiada en el presente trabajo, y se desarrolla en otro contexto cronológico.

- Peña Valladares, Carlos Eduardo (2011) **"**Estudio preliminar para la instalación de una planta metalmecánica para la fabricación de tubos casing para la industria petrolera **"**Seminario I de ingeniería industrial. Lima: Universidad de Lima. Similitudes: se trata de una empresa con procesos de transformación física de metales. Diferencias: El producto final es distinto y, más aún, es comprendido por una mayor cantidad de materias primas.

- Córdova Ramos, Henry (2012) **"**Implementación de una planta de fabricación y comercialización de electrodos **"**Tesis en ingeniería industrial. Lima: Universidad de Lima. Similitudes: En este trabajo se presentan procesos de transformación física de metales. Diferencias: Los insumos y el producto final son distintos.

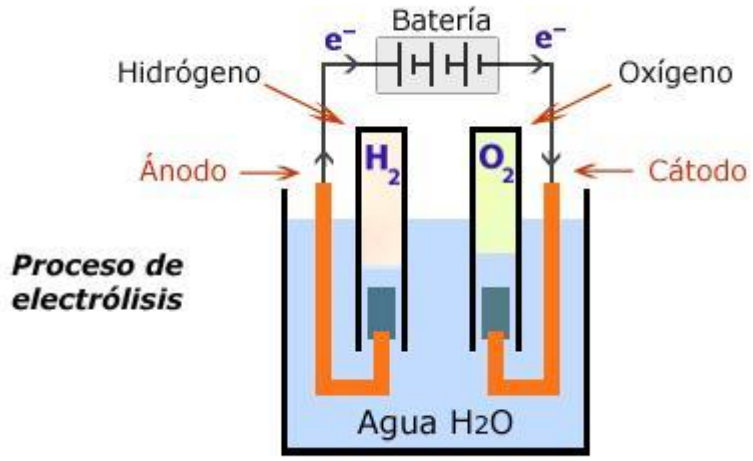
- Campos Morote, Marco Antonio (2006) **"**Metodología para la implantación eficaz de un sistema de gestión de la calidad en una mediana empresa del sector metalmecánico**"** Tesis en ingeniería industrial. Lima: Universidad de Lima. Similitudes: El tema central es el proceso metalmecánico y se ven temas calidad asociados al proceso y gestión del proceso y negocio. Diferencias: Se trata de una mejora, a diferencia del presente trabajo que es un estudio preliminar para la instalación de una planta y se ven temas de calidad.

1.5.2 Marco conceptual

Las celdas de electrólisis son equipos que cumplen la función de disociar el agua (H2O) en hidrógeno (H2) y oxígeno (O2) mediante la aplicación de tensión eléctrica a este fluido. Este proceso es conocido como electrólisis:

Figura 1.3

Ilustración del Proceso de Electrólisis del Agua.



Fuente: Campi, n.d., (2012)

Un campo de aplicación de este dispositivo es el parque automotriz. Dado que los productos de la electrólisis del agua son combustible (hidrógeno) y comburente (oxígeno), se pueden añadir a la mezcla de combustible, mediante su inserción por la admisión de aire del motor teniendo los siguientes beneficios:

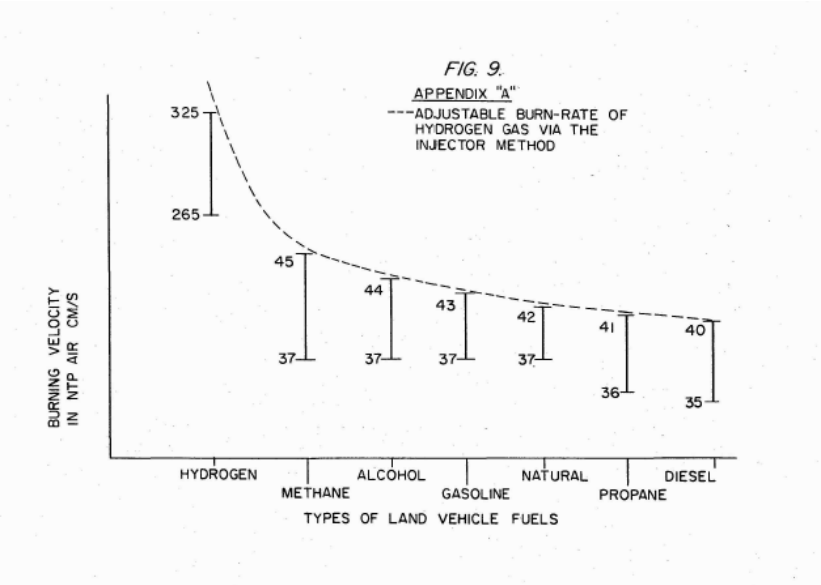
- Combustión más completa del combustible fósil:

El hidrógeno facilita que se desarrolle una combustión que tiende a ser más completa, por parte del combustible fósil.

En los motores Otto, la bujía emite un arco eléctrico y enciende el combustible. Dicho encendido no es homogéneo y muchas veces no se llega a producir una combustión totalmente completa. El hidrógeno, al ser un combustible mucho más volátil, se enciende más rápido que la gasolina y es esta energía, sumada a la de la chispa, que permite que se desarrolle una explosión más completa.

Figura 1.4

Velocidad de Encendido de distintos combustibles.



Fuente: Meyer S., (1991)

Chispa → Explosión de combustible fósil

La reacción en cadena producida es de la siguiente manera:

Chispa → Explosión del Hidrógeno → Explosión de combustible fósil.

- Aumento de la potencia:

Una combustión completa libera una mayor cantidad de energía que una incompleta (ej.: combustión del propano, completa: 890 kj/mol, incompleta: 769.5kj/mol). Siendo uno de los beneficios descritos el desarrollar una combustión más completa por parte del combustible, se entiende por extensión que se libera una mayor cantidad de energía por parte del combustible lo cual se percibe en un aumento de la potencia a la hora de conducir. Además, el hidrógeno per se aporta energía a la combustión.

- Reducción de emanación de gases contaminantes:

El proceso de combustión completa de gasolina tiene como producto vapor de agua (H_2O_v) y CO_2:

Combustible fósil + O_2 → H_2O v + CO_2 + Energía

Por otro lado, el proceso de combustión incompleta tiene como productos CO, C y vapor de agua (H2Ov):

$$\text{Combustible fósil} + O_2 \rightarrow H_2O_v + CO + C + \text{Energía}$$

Siendo un proceso mucho más contaminante al producirse partículas de coque sólidas y monóxido de carbono.

Como se mencionó anteriormente, la aplicación de esta tecnología propicia una combustión más completa y por consiguiente menos contaminante.

- Mayor economía del combustible:

Al producirse combustiones completas, se aprovecha la totalidad de la energía química del combustible, lo cual supone que se tendrá un mayor rendimiento en kilometraje por litro de combustible.

- Reducción de vibraciones del motor:

Al estar presente el hidrógeno en la combustión, ésta se lleva a cabo de manera más uniforme, lo cual se evidencia en que el motor reduce la intensidad de sus vibraciones.

Estado del arte:

La presente investigación tiene como objeto de estudio la manufactura y comercialización de electrolizadores con aplicación automotriz. Se define un electrolizador o celda de electrólisis como un reactor químico que cuenta con electrodos, están acondicionadas para contener una solución acuosa, cuya disposición de sus partes y su diseño mecánico de fluidos permite desarrollar un proceso de electrólisis en él.

Comercialmente, estos sistemas han sido catalogados como “kits HHO”, “Sistemas de hidrógeno vehicular”, entre otras denominaciones.

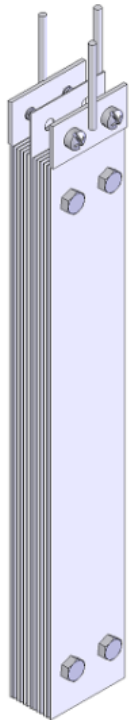
Dentro del estado del arte de esta tecnología se pueden encontrar patentes que describen “Un sistema de generación de hidrógeno a bordo” que datan de los años 70s en adelante. En tal sentido, se puede afirmar que es una tecnología de patente libre, al ser públicas desde hace más de 20 años. Por ejemplo, una de las primeras publicaciones hechas por la NASA (Cassidy, 1977): “Emissions and total energy consumption of a multicylinder piston engine running on gasoline and a hydrogen-gasoline mixture”, en el cual se demuestra

el aumento de potencia y torque de un motor multicilindro, al igual que la reducción del consumo de combustible y el aumento de su eficiencia, gracias a la aplicación de un sistema de generación de hidrógeno al funcionamiento del motor.

Existen dos tipos de electrolizadores: los de celda húmeda y los de celda seca.

Se llama “celda húmeda" a las celdas de electrólisis o electrolizadores cuya configuración de electrodos se sumerge directamente en la solución de electrolito contenida en un reservorio.

Figura 1.5
Prototipo de “celda húmeda”

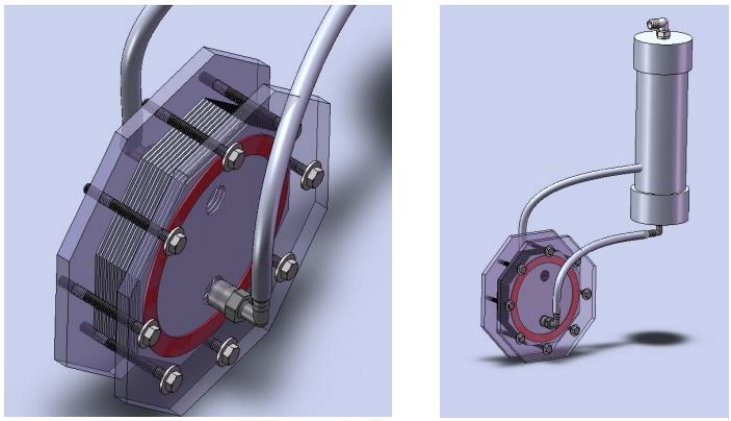


Fuente: Google Images, (2011)

Por otro lado, la denominación de celda seca se debe a que “los electrodos no están sumergidos en un baño de electrolito. Más bien, las placas paralelas están separadas y selladas por una serie de empaquetaduras, y el electrolito se bombea a través de la celda.” (Romero, 2014).

Figura 1.6

Prototipo de “celda seca”



Fuente: Google Images, (2011)

Más aun, existen patentes recientes que delimitan el estado del arte de la tecnología de sistemas de hidrógeno vehicular, como:

- US 20150107990 A1

Sistema de hidrógeno vehicular caracterizado porque comprende “ un generador de HHO; una olla Zeer que está configurada para reducir la temperatura en el interior del generador de HHO por evaporación de agua sobre una superficie de la olla Zeer; un radiador dentro de la olla Zeer que enfría una solución electrolítica para el generador de HHO; una bomba y un tanque de depósito que está en comunicación de fluido con el radiador para bombear la solución electrolítica desde el radiador de vuelta al generador HHO; y un separador de partículas que se instala aguas abajo del generador de HHO para eliminar el vapor de hidrógeno y gas oxígeno generado en el generador de HHO, en qué lugar la olla Zeer comprende solamente el agua dentro de una región de la evaporación del agua, y el generador de HHO está abierto al medio ambiente con el fin de permitir que el vapor de agua, gas hidrógeno y gas oxígeno para salir del generador de HHO.” (Samrgandi, N., 2013)

- US 8303798 B2

Sistema de hidrógeno vehicular caracterizado porque comprende “una batería; un recipiente conectado a al menos una célula; dicha célula cuenta con una pluralidad de placas, cada una formada a partir de un solo material, y cada placa de la pluralidad de placas dispuestas en paralelo entre sí para formar una fila, la pluralidad de placas que incluyen; una placa positiva que tiene un primer lado y un segundo lado conectado a un terminal positivo de

la batería dispuesta en el centro de la fila; una primera placa de montaje doble que tiene una primera negativa y una segunda placa negativa que tiene una separación de 0,125 pulgadas entre ellos, conectado a un terminal negativo de la batería y dispuesto en un primer extremo extrema de la fila; una segunda placa de montaje doble que tiene una primera negativa y una segunda placa negativa que tiene una separación de 0,125 pulgadas entre ellos, conectado a un terminal negativo de la batería y dispuesto en un segundo extremo de la fila; un primer conjunto de tres de una pieza placas neutras eléctricamente aislados dispuestos entre el primer lado de la placa positiva y el primer montaje de doble placa; un segundo conjunto de tres placas neutras eléctricamente aisladas dispuestas entre el segundo lado de la placa positiva y el segundo conjunto de doble placa; en el que el agua en una solución electrolítica introducido en la célula se convierte en gas de hidrógeno para su uso en un motor de combustión de gas o diesel."(Dees, J., 2009)

- US 8168047 B1

Sistema de hidrógeno vehicular caracterizado porque comprende "una carcasa de célula para la retención de agua en ella misma; una pluralidad de placas de electrodo positivo dispuestas dentro de la carcasa de célula, las placas de electrodo positivo conectado a un polo positivo, el polo positivo adaptado para la conexión a la fuente de energía eléctrica; una pluralidad de placas de electrodo negativo dispuestos en el interior de la carcasa de células, las placas de electrodo negativo conectados a un polo negativo, el polo negativo adaptados para la conexión a la fuente eléctrica, cada una de las placas de electrodo negativo indexadas con y espaciado entre cada una de las placas de electrodo positivo; un orificio de descarga de hidrógeno dispuesto en la carcasa celular y adaptado para la conexión al sistema de combustible; y una varilla de placa móvil unido a las placas negativas, un extremo de la varilla que se extiende hacia fuera desde la carcasa de la célula y adaptado para la unión al sistema de combustible del vehículo, la varilla placa móvil mover las placas de electrodo negativo hacia las placas de electrodo positivo durante la aceleración del vehículo, el varilla placa móvil moviendo las placas de electrodo negativo lejos de las placas positivas durante la desaceleración del vehículo y de inactividad." (Smith, J., 2008)

- US 20140014049 A1

Sistema de hidrógeno vehicular caracterizado porque comprende "una fuente de alimentación; un generador de HHO, impulsado por la fuente de alimentación, que comprende

al menos una estructura de generación de HHO, dispuesto para recibir una solución de electrolito líquido y la salida de gas HHO; un módulo contenedor de la solución líquida acoplada al generador de HHO, configurado para sostener y bombear la solución de electrolito líquido y para separar el gas HHO desde la salida de solución de electrolito líquido residual desde el generador de HHO; un secador de acoplado para recibir el gas de HHO desde el módulo contenedor de la solución y separación de gas líquido para eliminar la humedad y / o partículas en el gas de HHO; un tanque de presión acoplado para recibir el gas de HHO de la secadora y almacenar una cantidad de gas de HHO en un nivel superior a una presión de presión atmosférica ambiente; y un dispositivo carburador acoplado al tanque de presión, el dispositivo carburador siendo operable para regular una velocidad a la que el gas de HHO desde el tanque de presión fluye al motor de combustión interna." (Allen, T., 2012)

- WO 2011124921 A1

Sistema de hidrógeno vehicular caracterizado por "Un proceso para enriquecer un combustible de hidrocarburos para su uso en un motor de combustión interna, comprendiendo el procedimiento: (i) la generación de gas de hidrógeno y gas oxígeno; (ii) poner en contacto un combustible de hidrocarburo líquido con el gas de hidrógeno y gas oxígeno a una presión mayor que la presión atmosférica de tal manera que al menos algo el gas hidrógeno y al menos una parte del gas se introduce oxígeno en el combustible de hidrocarburos para producir un hidrocarburo enriquecido combustible." (Colin, D., 2010)

Por otro lado existen los siguientes sistemas de hidrógeno comerciales ofrecidos en el mercado mundial:

- HHO PLUS – DC2000

Figura 1.7
Sistema de hidrógeno HHO PLUS – DC2000

Fuente: HHO Plus Lda., (2008)

Especificaciones técnicas:

- Tipo de generador: Dry Cell (celda seca);
- Tamaños estándar: 110x110x150 mm;
- Placas: 19
- Tensión: 12V
- Conexión estándar eléctrica de la celda:

+ NNNNN - NNNNN + NNNNN –

(N - Placa neutra)

- Producción de Hidrógeno: 2,0 litros por minuto (25A)
- Alimentación eléctrica óptima: 12-15ª
(HHO Plus Lda., 2008)

- OCEAN GO

Figura 1.8
Sistema de hidrógeno OCEAN GO

Fuente: Ocean Go Ltda., (2014)

Especificaciones técnicas:

11 placas de placas de acero inoxidable 316L

* Demensions: 19 * 19 * 12 cm

* Alta temperatura de fundición de placas finales acrílico

* Cuatro conexiones de 3/8" en ángulo de 90 grados NPT

* Dos conexiones de 3/8" NPT en Y

* Empaquetaduras de 2.5mm de espesor de neopreno

* Peso neto: 3.5kg

* Nuestra Dry Cell es ampliable.

* Acero inoxidable tamaño de la placa es de 15,2 * 15,2 cm (6 * 6 pulgadas).

* Espesor de placas: 1 mm (cepillado)

* Producción: 1LPM a 5LPM.

* Trabajar en 12v a 35v 10A a 70amp.

* Accesorios incluidos: 2 piezas de 3/8 Conexiones Verdadero Y, 8pcs de abrazaderas de manguera, 4 secciones de tubería de alta presión .(Ocean Go Ltda. 2014)

Por otra parte, existen numerosas publicaciones científicas en las que se analiza el diseño de estos electrolizadores y el efecto de su implementación en motores a combustión interna, como los siguientes estudios:

- "Reduction of fuel consumption in gasoline engines by introducing HHO gas into intake manifold"

Este es un estudio publicado en la revista Hydrogen Energy en el año 2010 por el autor Ammar A. Al Rousan. Este concluye que la inyección de hidrógeno y oxígeno producidos a partir de la electrólisis reduce el consumo de combustible y, por ende, la contaminación emanada por el carro.

- "AN EXPERIMENTAL ANALYSIS OF S.I ENGINE PERFORMANCE WITH HHO AS A FUEL"

Este es un estudio publicado en la IJRET (International Journal of Reaserch in Engineering and Technology) por los autores Dhananjay Babariya , Jay Oza , Bhavin Hirani y Gaurang Akbari. Este concluye que el uso de gas HHO en un motor a gasolina genera una reducción del consumo de combustible de 20%, reduce la emisión de gases contaminantes, aumenta la potencia en 5,7% y aumenta la eficiencia térmica en alrededor de 5%.

- “An Empirical Study for Achieving Economies of Scale by Utilization of (HHO) Hydrogen Hydroxy Gas as Additional Fuel”

Este es un estudio publicado en el Journal of Energy Technologies and Policy por los autores Raees Ahmad Lodhi, Ahmad Nawaz y Rizwan Raheem Ahmed. Este concluye que gracias a añadir gas HHO a la mezcla aire combustible, se puede reducir el consumo de combustible en un rango de 25% a 28%.

El producto a desarrollar está compuesto por dos placas de acrílico de 10mm de espesor que serán colocadas a los extremos como tapas de la celda, luego estará compuesta por 8 placas de acero inoxidable SAE 316L de 1 mm de espesor, que cumplirán la función de electrodos y reguladores de voltaje, estas tendrán la siguiente configuración:

– NNNN + NNNN – NNNN + NNNN –

Entiéndase por esto que habrá placas conectada al polo positivo de la batería y otras al negativo, habiendo entre cada positivo y negativo cuatro placas sin conexión directa a la batería, las cuales se conectarán eléctricamente mediante una disolución acuosa de KOH al 3% en peso. En este caso, el hidróxido de potasio (KOH) permite el flujo de electrones a través del agua. Estas placas estarán separadas por empaquetaduras de caucho de 1mm de espesor, los cuales cumplirán un rol de aislantes. Se colocarán conexiones para las mangueras de alimentación en ambos extremos.

El proceso de producción de este dispositivo será comprendido por las siguientes actividades:

- Recepción de la materia prima:

Los insumos (planchas de acrílico, pernos, tuercas, planchas de acero, planchas de caucho y conexiones) son recibidos de los distintos proveedores.

- Corte de materiales:

Las planchas de Acero, de caucho y acrílico son cortadas a las medidas correspondientes a las especificaciones técnicas del producto mediante las máquinas de corte CNC por plasma o laser según sea conveniente.

- Lijado:

Las placas de acero cortadas por plasma serán lijadas para tener una superficie y bordes más uniformes, al igual que para aumentar el área superficial electro activa.

- Control de calidad:

Se inspeccionarán las piezas para verificar que los cortes se realizaron de manera correcta. Se inspeccionará el producto final de igual manera para asegurar que cumpla con las especificaciones técnicas y cumpla con un control six sigma.

- Ensamble:

Se ensamblarán las piezas para tener el producto final.

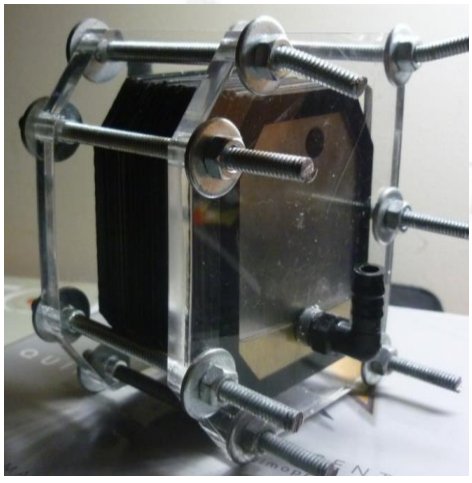
- Encajado:

El producto se guardará en una caja de cartón.

- Almacenamiento:

Los productos se almacenarán en el almacén de productos terminados.

Figura 1.9
Prototipo de producto Final



Elaboración Propia

1.6 Análisis del sector

- Proveedores:

Actualmente, se cuenta en el mercado nacional con proveedores de las distintas materias primas que requiere el proceso. Para la compra planchas de Acero inoxidable SAE 316L, se tiene a JAHESA SA y JN ACEROS SA. Para el insumo de las planchas de caucho aislante está CODIZA SA. Para las planchas de acrílico está presente en el mercado NOREM - PLAST PERUANA SA. Por otro lado, los pernos y tuercas se pueden adquirir en SERFAIN SRL, La casa del Perno SA, entre otras. Las mangueras se consiguen ROATSA. El resto de insumos no existen en el mercado nacional, pero se encuentra amplia oferta en el mercado internacional. La capacidad de negociación con estos proveedores es bastante baja, ya que tienen precios fijos y una amplia cartera de clientes.

- Competencia:

En el mercado peruano actualmente solo existe una empresa formal que ofrece este producto, la cual es JOSELID INDUSTRIAL SAC. No existe información disponible con respecto a sus niveles de ventas, pero en el portal "Operatividad aduanera" de la Sunat, se muestra que el año 2013 importaron mercancías por un valor FOB total de S/ 32452.94 y S/ 104213.71 en el año 2014 considerando un tipo de cambio de S/.2.99 (SUNAT, 2015). Se debe mencionar que esta compañía importa los sistemas que ofrece y los vende a un precio de 2000 USD. Debido a sus altos precios y baja penetración se considera que es una competencia de baja intensidad. Asimismo, se infiere que existirán pocas compañías que puedan ingresar al mercado para comercializar estos productos ya que son tecnológicamente avanzados, requieren de capacitación intensiva y de know how para la fabricación apropiada de los sistemas.

- Rivalidad:

La rivalidad existente en el mercado es poca, ya que solo existe un competidor formal que vende estos productos sin ser el principal giro comercial de su empresa. Por otro lado, los competidores informales no representan una fuerte competencia ya que estos principalmente ofrecen sus productos en sitios web de e-commerce como Mercado Libre y OLX, presentando un número menor de 50 ventas realizadas por publicación. Cabe resaltar que los productos

ofrecidos muestran un aspecto rudimentario y no estandarizado. Por ello se concluye que la rivalidad de los competidores es baja.

- Productos sustitutos:

Los productos sustitutos de esta propuesta son los equipos de conversión automotriz a GLP y GNV, ya que cumplen la función de ahorrar gastos en combustibles al pasar del uso de gasolina o petróleo a un combustible más barato. Cabe mencionar que este equipo de ahorro de combustible es compatible con los sistemas de GLP y GNV, por lo que también podría ser considerado un producto complementario al apuntar hacia el mismo horizonte, el ahorro de combustible y ser tecnológicamente compatibles. Por lo que se infiere que esta es una amenaza de nivel bajo.

- Clientes:

Se define como potencial cliente toda aquella persona natural o jurídica que tenga un automóvil o una flota de vehículos y desee reducir gastos en combustible, mejorar la performance del motor y/o reducir sus emisiones contaminantes, dentro del mercado geográfico seleccionado. Cabe mencionar que esta tecnología es compatible con vehículos a gasolina, diésel, GNV o GLP.

Dentro del marco de este estudio, se enfocarán los esfuerzos comerciales en el rubro de taxistas ya que estos gastan en promedio S/ 800 mensuales en GNV o GLP y acuden generalmente a talleres en clústeres automotrices como La Victoria (Óvalo Arriola, Av. México) o Santiago de Surco (Av. Tomás Marsano). Cabe mencionar que más allá de de las tecnologías de gas vehicular, no existen otros alternativas para ahorrar en gasto de combustible por lo que el poder de negociación de los clientes es bajo.

Luego de analizar las 5 fuerzas de Porter, se determina que se cuenta con un escenario favorable para la implementación de este proyecto.

Además, se optó por desarrollar una matriz EFE para analizar los factores externos por los que el proyecto propuesto se vería afectado y poder determinar y/o corroborar que se tiene un escenario favorable para el desarrollo de esta empresa.

Tabla 1.1

Matriz EFE

Factores determinantes del éxito	Peso	Calificación	Peso Ponderado
Oportunidades			
1. Taxistas buscan ahorrar combustible	0.1	5	0.5
2. Regulaciones medioambientales cada vez son más rigurosas	0.1	3	0.3
3. No existen competidores formales en el mercado	0.1	3	0.3
4. Se dispone de oferta de materias primas	0.1	3	0.3
5. Talleres automotrices buscan nuevos productos para vender	0.1	4	0.4
Amenazas			
1. Incredulidad del público objetivo frente a beneficios de la tecnología	0.1	2	0.2
2. Facilidad de importar tecnologías del extranjero	0.1	4	0.4
3. Dificultad para encontrar financiamiento para proyecto empresarial	0.1	2	0.2
4. Alto poder de negociación de los proveedores	0.1	1	0.1
5. Alta necesidad de inversión en capacitación a talleres	0.1	1	0.1
Total			2.8

Elaboración Propia

Por lo expuesto anteriormente, se concluye que el sector es atractivo para la inversión en la comercialización de la tecnología propuesta.

CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO

2.1 Aspectos generales del estudio de mercado

2.1.1 Definición comercial del producto

El producto en estudio se definirá comercialmente como Sistema de hidrógeno vehicular H2PRO, que servirá para reducir el consumo de combustible, aumentar la potencia del motor y reducir las emisiones de gases nocivos para el medio ambiente.

Marca y sello distintivo de este producto será la siguiente:

Figura 2.1
Marca de sistemas de hidrógeno vehicular

Elaboración Propia

Este sistema será empacado dentro de una caja de cartón corrugado.

2.1.2 Principales características del producto

2.1.2.1 Usos y propiedades

La producción de este sistema, para motivos de este estudio, se orientará a la aplicación en automóviles.

Al instalar este sistema en un vehículo se obtienen los siguientes beneficios:

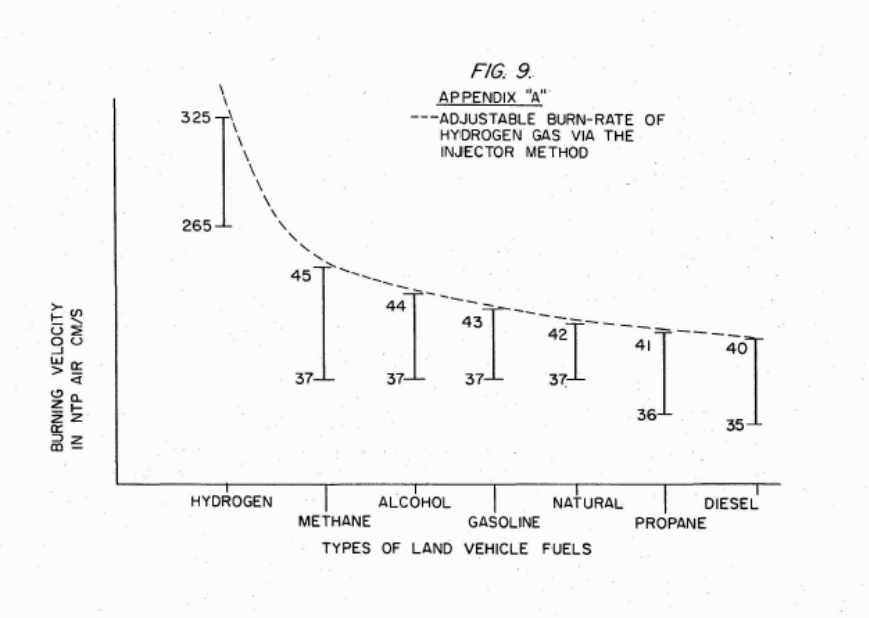
- Combustión más completa del combustible fósil:

El hidrógeno facilita que se desarrolle una combustión que tiende a ser más completa, por parte del combustible fósil.

En los motores Otto, la bujía emite un arco eléctrico y enciende el combustible. Dicho encendido no es homogéneo y muchas veces no se llega a producir una combustión

totalmente completa. El hidrógeno, al ser un combustible mucho más volátil, se enciende con una mayor velocidad laminar de explosión que la gasolina y es esta energía, sumada a la de la chispa, cataliza una oxidación más eficiente.

Figura 2.2
Velocidad de encendido de distintos combustibles.



Fuente: Meyer, S., (1991)

Chispa → Explosión de combustible fósil

La reacción en cadena producida es de la siguiente manera:

Chispa → Explosión del Hidrógeno → Explosión de combustible fósil.

- Aumento de la potencia:

Una combustión completa libera una mayor cantidad de energía que una incompleta. Siendo uno de los beneficios descritos el desarrollar una combustión más completa por parte del combustible, se entiende por extensión que se libera una mayor cantidad de energía por parte del combustible lo cual se percibe en un aumento de la potencia a la hora de conducir. Además, el hidrógeno per sé aporta energía a la combustión.

Según la bibliografía a revisada, el aumento de potencia es de entre 5% y 6%.

Fuente: Yilmaz, A., (2010)

- Reducción de emanación de gases contaminantes:

El proceso de combustión completa de gasolina tiene como producto vapor de agua (H2Ov) y CO2:

Combustible fósil + O2 → H2O v + C02 + Energia

Por otro lado, el proceso de combustión incompleta tiene como productos CO, C y vapor de agua (H2Ov):

Combustible fósil + O2 → H2O v + C0 + C + Energia

Siendo un proceso mucho más contaminante al producirse partículas de coque sólidas.

Como se mencionó anteriormente, la aplicación de esta tecnología propicia una combustión más completa y por consiguiente menos contaminante.

Ahora, existiendo hidrógeno en la combustión, la formación de vapor de agua es mayor (H2O v) con respecto a una combustión estándar:

Combustible fósil + H2 + O2 → H2O v + C02 + Energia

- Economía del combustible:

Al liberarse casi la totalidad de la energía del combustible, aumentando la eficiencia del carro, se produce un ahorro del combustible. Este oscila entre un 15% a 25% dependiendo del vehículo donde se instale.

- Alargamiento del periodo útil aceite lubricante

Los motores de combustión interna utilizan un aceite que cumple la función de lubricar y refrigerar las piezas mecánicas con el objetivo de propiciar el correcto funcionamiento de los mismos y prevenir fallas por desgaste de rozamientos. Este aceite lubricante se encuentra presente en el pistón para lubricar su carrera, esta exposición a resultados de combustión provoca que se contamine al recorrer superficies con remanentes de carbono, tomando el característico color oscuro que tiene un aceite gastado. El remanente más perjudicial son las partículas de carbono (C) o también conocidas como hollín.

Como se explicó anteriormente, esta tecnología reduce la formación de estas partículas (dado que se generan combustiones completas, sin subproductos cómo el material particulado) y también las remueve (gracias a la formación de vapor de agua, subproducto de las combustiones completas). Como consecuencia de esto el aceite se contamina de una manera significativamente más lenta.

- Alargamiento de periodo útil de bujías

Las bujías son las encargadas de emitir una chispa para que se inicie la combustión en motores Otto. El electrodo del que sale esta chispa se encuentra expuesto a la combustión, siendo también afectado por los remanentes de carbono propios de la combustión incompleta. Estos remanentes actúan en contra de la conductividad de esta pieza, lo cual actúa en detrimento de su funcionamiento (y por consiguiente del motor) y a mediano plazo hay que reemplazarlas.

Por las mismas propiedades mencionadas en el apartado anterior se producen explosiones con menos remanentes de carbono perjudiciales para las bujías.

- Reducción de vibraciones del motor

Como se mencionó anteriormente el hidrógeno propiciaba una combustión más completa y uniforme. Esto tiene repercusión en la distribución de las fuerzas liberadas con la explosión provocando que estas se repartan de una manera más uniforme en el sistema cilindro-pistón. Como consecuencia de esto, se reducen las vibraciones del motor.

Al vibrar menos, se extiende el tiempo de vida del motor. Esto se debe a que al vibrar las piezas están sometidas a un estrés mecánico superior. Además, los tornillos tienden a aflojarse lentamente, y al producirse esto se puede abrir una luz entre ciertas piezas lo cual puede propiciar choques y desgaste prematuros.

- Seguridad

El hidrógeno es un combustible muy volátil y para esta aplicación se encuentra en estado gaseoso, por lo cual al someterse a alguna fuente de energía (chispa) podría estallar.

Como se mencionó anteriormente, el hidrógeno es producido en el mismo carro a partir de agua destilada, esto implica que solo existen pocas cantidades de este gas presentes en el motor, lo que implica que si llegase a explotar, esto no liberaría una cantidad

significativa de energía por lo que no sería una explosión letal y tampoco sería una gran amenaza para las demás partes del automóvil.

Por otro lado, el sistema cuenta con una válvula check en la manguera por la cual se transporta el hidrógeno hacia la admisión de aire, solo permitiendo que el flujo sea del reservorio hacia la admisión. En tal sentido, si se produce una explosión dentro del motor que emane hacia afuera, esta válvula impediría el retorno de dicha fuerza impulsora. Muy probablemente esta válvula quede estropeada al producirse esta eventualidad, pero es de costo bajo y fácil instalación. Cabe mencionar que obviando agentes externos al motor, esta situación solo sería evidencia de falla en el sistema de válvulas.

- Fácil instalación

Los equipos de este sistema son de fácil instalación ya que no ocupan gran cantidad de espacio y se acoplan con pocas modificaciones a un sistema Otto tradicional. Una de las grandes ventajas es que no se necesita un tanque de almacenamiento de gas hidrógeno ya que este se produce en el mismo vehículo, a comparación de los sistemas de GLP y GNV que deben contar con un tanque de volumen considerable y mangueras que recorran toda la longitud del vehículo. Las mangueras empleadas en este sistema son de corta longitud debido a que se instala generalmente en la misma zona que el motor. Una complicación que se puede presentar a la hora de la instalación es que el producto no se pueda acoplar a la superficie y necesite de soportes de acero que deben de ser fabricados a medida de las necesidades.

- Ruido

Al producirse una combustión más uniforme y al producirse menos cantidad de vibraciones, el sonido de operación del motor disminuye.

- Olor

Como consecuencia de la reducción de emisiones de gases contaminantes, se aprecia un cambio significativo en el olor de los gases de combustión y que no se emiten hidrocarburos ni material particulado como subproductos de escape.

Por otra parte, se debe mencionar que el producto tiene un tiempo de vida de 3 años. Una vez culminado ese periodo, los electrodos deben ser reemplazados para que la electrólisis pueda seguir ocurriendo de manera eficiente. Por otra parte, el producto consumible de la

electrólisis es el agua, por ello, se debe rellenar con agua el reservorio para que pueda suceder la electrólisis. Otro factor por el que el reservorio siempre debe mantenerse lleno es porque al consumirse el agua y mantenerse una cantidad constante de hidróxido, la concentración de este aumentará, lo que incrementará la intensidad de corriente que fluya por los electrodos, afectando la eficiencia de la electrólisis y pudiendo dañar la tarjeta de control.

Este producto se diferenciará de sus productos sustitutos y competidores de mercado ya que genera ahorro de combustible y generará aumento de potencia al mismo tiempo. Asimismo, será ofrecido con un servicio de instalación y post venta de primera calidad gracias a la capacitación constante que se le dará a los distribuidores.

2.1.2.2 Bienes sustitutos y complementarios

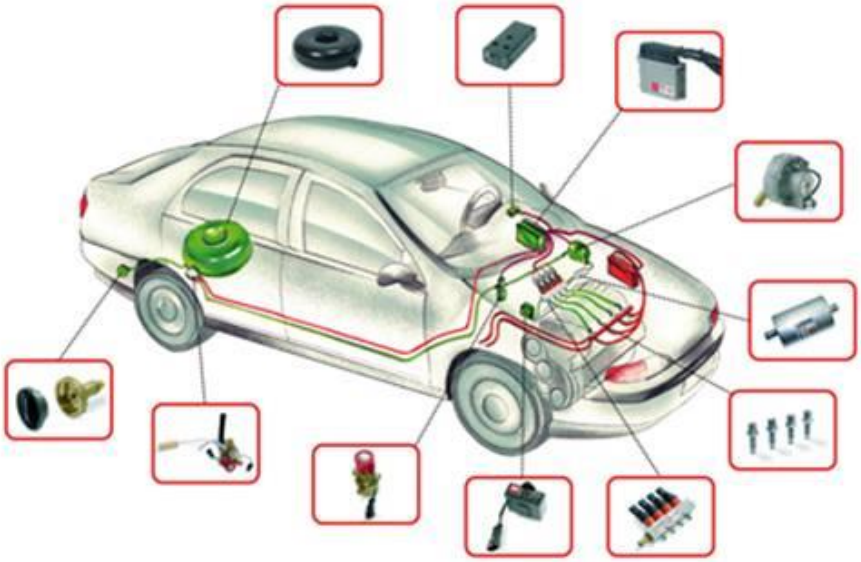
El principal atractivo comercial de este producto es el ahorro en gasto de combustible, por lo que los productos sustitutos serían:

- Equipos de gas natural vehicular (GNV)
- Equipos de gas licuado de petróleo vehicular (GLP)

Estos sistemas cumplen la función de acondicionar el vehículo ara que pueda usar un combustible alternativo, sea gas natural vehicular (GNV) o gas licuado de petróleo (GLP). Tienen un funcionamiento bastante parecido entre sí, su mecánica y electrónica es similar. A continuación se presenta un esquema de ellos:

Figura 2.3

Funcionamiento de los sistemas GLP y GNV vehicular



Fuente: GLP MADRID, (2013)

El ahorro en combustible obtenido al instalar estos sistemas se obtiene al usar un combustible más barato que el precedente en el vehículo. De tal manera, se logra ahorrar en promedio un 50%. Se debe mencionar también que, generalmente, se experimenta una pérdida de potencia al cambiar la gasolina por un gas. En muchos casos, el usar GNV puede causar daños a largo plazo en el vehículo debido a las altas temperaturas que se desarrollan con su uso, desgastando la culata y los asientos de las válvulas.

Por otro lado, los bienes complementarios serían:

- Agua destilada
- Hidróxido de potasio

Esto se debe a que el sistema es alimentado con el agua como materia prima para generar los gases aditivos. Por otro lado, el hidróxido de potasio cumple la función de electrolito, necesario para que la electricidad pueda actuar sobre el agua.

Esto se debe a que el sistema se alimenta de estos para funcionar.

2.1.3 Determinación del área geográfica que abarcará el estudio

Para determinar el área geográfica que abarcará el estudio, se analizará que departamento del Perú tiene el mayor parque automotor.

Figura 2.4

Mapa del Perú por departamentos

Fuente: SERPERUANO, (2016)

Tabla 2.1

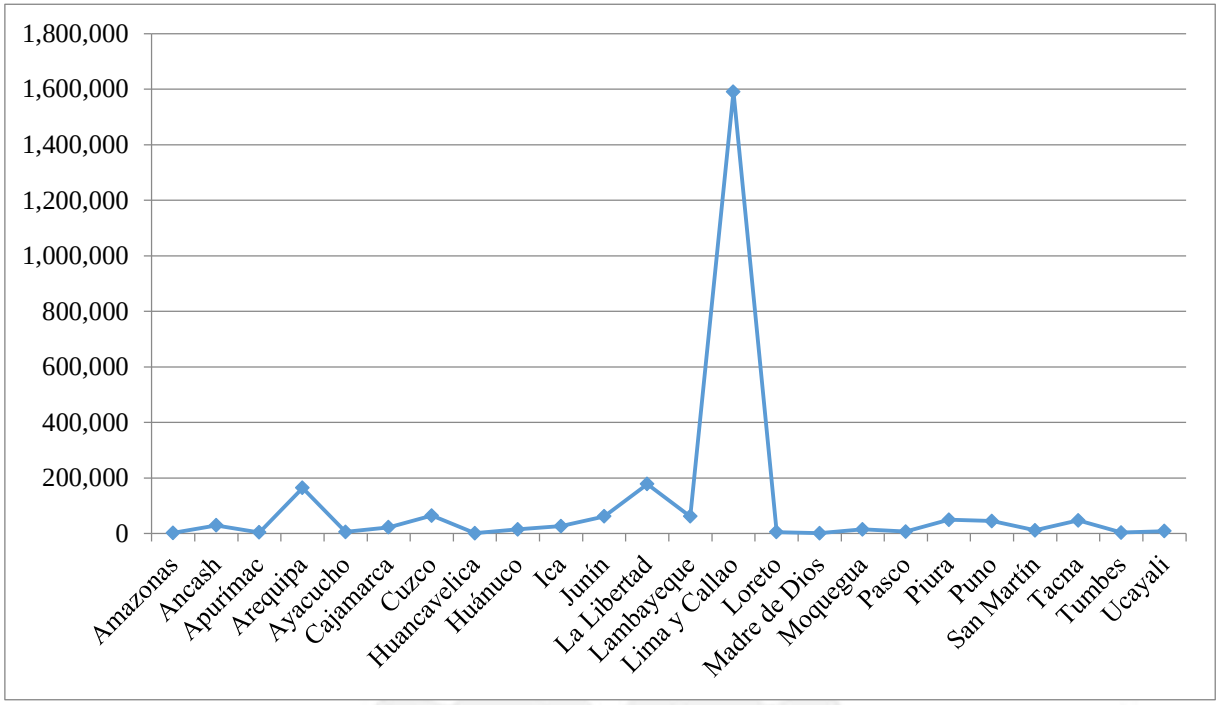
Distribución del parque automotor por departamento al 2014

Departamento	Parque Automotor
Amazonas	2,314
Ancash	29,573
Apurímac	4,139
Arequipa	164,302
Ayacucho	6,021
Cajamarca	22,664
Cuzco	64,820
Huancavelica	1,315
Huánuco	14,911
Ica	26,439
Junín	61,933
La Libertad	178,433
Lambayeque	61,896
Lima y Callao	1,590,755
Loreto	5,533
Madre de Dios	1,136
Moquegua	14,979
Pasco	6,956
Piura	49,576
Puno	45,056
San Martín	11,648
Tacna	47,180
Tumbes	3,372
Ucayali	8,745

Fuente: MTC, (2015)

Figura 2.5

Parque automotor por departamento al 2014



Fuente: MTC, (2015)

Se aprecia claramente que el departamento con mayor parque automotor es Lima y Callao, en tal sentido, el estudio se realizará dentro de la delimitación de este territorio

2.2 Análisis de la demanda

2.2.1 Demanda histórica

2.2.1.1 Importaciones / exportaciones

Al año pasado se importaron 113 equipos similares al que se comercializarán en este proyecto. Este dato fue proporcionado por la única empresa importadora de estos sistemas.

Es importante mencionar que los equipos utilizados para las conversiones a GNV y GLP son importados de distintas partes del mundo. Estos se encuentran registrados en una misma partida arancelaria (84.09.91.00). La cantidad de equipos importados se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 2.2

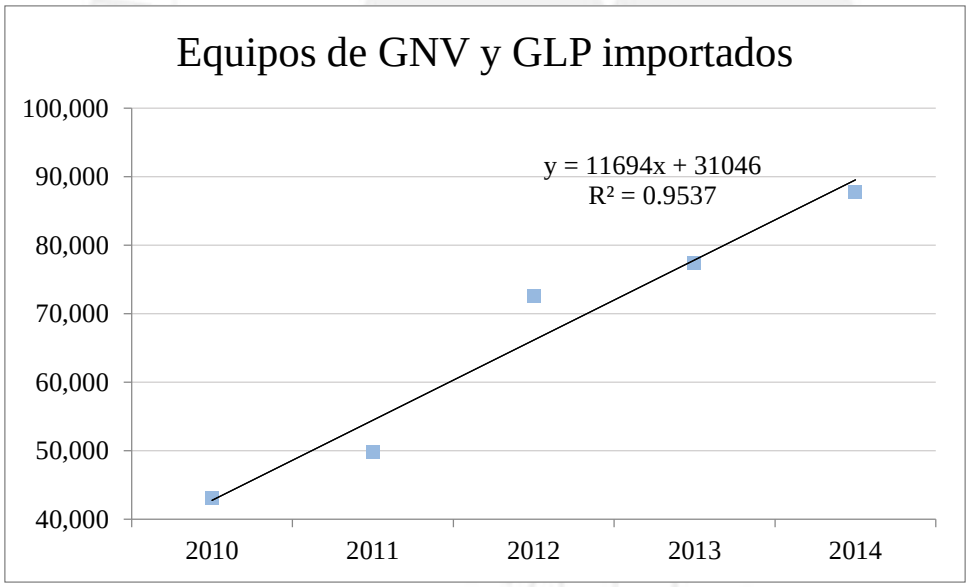
Equipos GLP y GNV importados del 2009 al 2012

Año	Equipos Importados
2010	43,149
2011	49,755
2012	72,543
2013	77,393
2014	87,799

Elaboración Propia

Figura 2.6

Equipos GLP y GNV importados del 2009 al 2014



$y = 11694x + 31046$

$R^2 = 0.9537$

Elaboración Propia

Se aprecia además, un comportamiento lineal con respecto a su crecimiento.

2.2.1.2 Producción

En el Perú no se fabrican estos dispositivos. Se debe decir que tampoco se fabrican equipos de GNV ni de GLP.

2.2.1.3 Demanda interna aparente (DIA)

La demanda interna aparente actual de sistemas de hidrógeno vehicular es de 113 unidades. Por otro lado, la demanda interna aparente, asumiendo como inexistente la variación de inventarios, de los sistemas de GNV y GLP es de 87,799 unidades.

2.2.2 Demanda potencial

2.2.2.1 Patrones de consumo

Los taxistas, en su gran mayoría utilizan sistemas de GNV ya que son los que les generan mayor ahorro de combustible, a pesar de reducir la potencia del vehículo y aumentar su necesidad de mantenimiento. Esta inversión suele ser rentable en el mediano plazo. A partir de ello se aprecia un patrón repetitivo de búsqueda de reducción de gastos de combustible. Otros productos que se ofrecieron en el mercado con menor éxito fueron los ahorradores magnéticos y los aditivos para combustibles, los cuales no tuvieron éxito debido a su falta de eficacia. Un tema importante a mencionar es la resistencia al cambio y a la asimilación de nuevas tecnologías del mercado. Esto afectaría directamente el proyecto, ya que no se ha comercializado de manera masiva estos sistemas de hidrogeno para vehículos.

2.2.2.2 Determinación de la demanda potencial

Para determinar la demanda potencial se realizará una comparación con la demanda de equipos de gas natural. A pesar de que a un vehículo con este sistema se le puede adicionar un sistema de hidrógeno vehicular, se decidió la comparación con este equipo ya que solo se encuentra disponible en la zona geográfica del estudio y porque ofrece el mismo beneficio comercial, el ahorro. Además, se realizará una interpolación con el beneficio en términos de ahorro para hacer este cálculo, tomando en cuenta las siguientes premisas: que es más atractivo comprar un equipo de ahorro en combustible mientras este genere el mayor ahorro, y que es más atractivo comprar uno de estos equipos mientras más barato sea. Se considera que la primera premisa es mucho más importante que las segunda.

En la actualidad, se realizan 25 000 conversiones a GNV al año (Gestión, 2012). El costo promedio de estas conversiones (de quinta generación) es de 3800 nuevos soles, y un precio tentativo de mercado para los sistemas de hidrógeno vehicular es 1700 nuevos soles.

Por otro lado, las conversiones a GNV suponen un ahorro del 50% del gasto en combustible, mientras los sistemas de hidrógeno ahorran el 25%.

Teniendo estos datos se modela matemáticamente la aproximación de la siguiente manera:

Demanda Potencial = 25000(0.25/0.5)^2*(3800/1700) = 13 790 equipos al año*

2.2.3 Proyección de la demanda y metodología del análisis

Para realizar la proyección de la demanda potencial se asumirá que el mercado objetivo crecerá de manera proporcional al crecimiento del parque automotor de la ciudad de Lima. El ministerio de transportes ha determinado que este 4.8% (ESTADISTICA) de manera interanual, en tal sentido las demandas anules aproximadas se detallan en las siguientes tablas:

Tabla 2.3

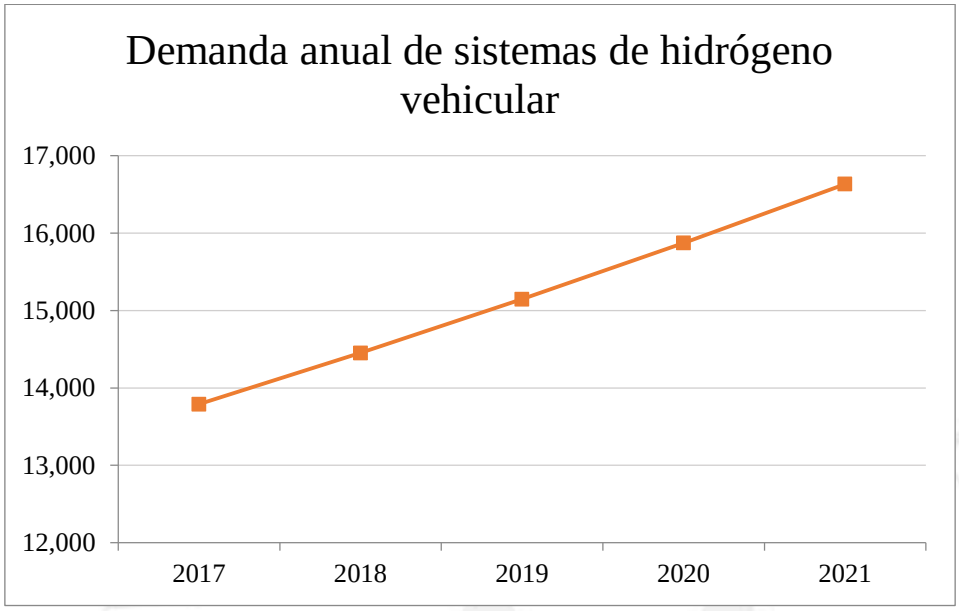
Proyección de la demanda potencial de sistemas de hidrógeno vehicular

Año	Demanda anual
2017	13,790
2018	14,452
2019	15,146
2020	15,873
2021	16,634

Elaboración Propia

Figura 2.7

Proyección de la demanda potencial de sistemas de hidrógeno vehicular



y=710.97x-1E+06

R^2 = 0.9992

Elaboración Propia

2.3 Análisis de la oferta

2.3.1 Análisis de la competencia

La única empresa formal que ofrece este producto en el mercado nacional es "Joselid Industrial SAC". Esta lo importa de un productor de EEUU.

2.3.2 Oferta actual

La empresa nacional "Joselid Industrial SAC" fue fundada el 2 de febrero del 2012 siendo una sociedad anónima cerrada. Se desempeña en el sector económico de "venta mayorista maquinaria, equipo, equipo y materiales", teniendo como CIIU: 51502, y se presenta activo en comercio exterior como importador. Sus instalaciones se ubican en el distrito de Santa Anita. Esta tiene como su principal giro de negocio la venta e instalación de plantas de procesamiento de arroz, siendo las celdas de electrólisis uno de sus productos secundarios con respecto a sus esfuerzos en ventas. Cabe mencionar que este producto es comercializado a partir del año 2012. Esta empresa vende los productos directamente al consumidor final (minorista).

2.4 Demanda para el proyecto

2.4.1 Segmentación del mercado

- Psicográfica

El mercado elegido para este proyecto será, desde el punto de vista psicográfico, orientado hacia las personas que busquen ahorrar y economizar en gastos.

Socioeconómicamente se apuntará a personas de clase media y baja de los segmentos B2, C1, C2 y D1, principalmente taxistas.

- Demográfica

Demográficamente apuntará a personas que posean un vehículo que sean mayores de edad, hombres y mujeres.

- Geográfica

Con respecto a lo geográfico, se orientará a las personas que vivan en Lima metropolitana.

- Por beneficios

Como se mencionó anteriormente, este producto genera beneficios como ahorro de combustible, aumento de potencia y reducción de emisión de gases contaminantes. En este caso se optó por segmentar el mercado orientado hacia la primera necesidad, el ahorro en gastos de combustible ya que este es una de los principales costos del negocio de realizar taxi. Según un patrón de consumo, los taxistas adaptan su vehículo a GNV para poder ahorrar una cantidad significativa de dinero a pesar que estos sistemas generen un deterioro prematuro del motor, aumente la necesidad de mantenimiento y reduzca significativamente la potencia del motor. Lo mencionado anteriormente respaldaría la decisión de optar por la segmentación orientada hacia el ahorro de combustible.

2.4.2 Selección del mercado meta

El target de este proyecto serán las personas naturales y jurídicas que tengan un elevado gasto en consumo de combustible, entre las cuales pueden destacar taxistas, empresas de taxi o carga liviana, entre otros.

2.4.3 Determinación de la demanda para el proyecto

Para determinar la demanda del proyecto se realizaron encuestas que tienen el siguiente formato:

El objetivo principal de la encuesta es determinar si el público objetivo compraría o no el Sistema H2PRO.

Tabla 2.4

Encuesta

Encuesta hidrógeno vehicular
Taxista _____ Particular_____
¿Qué combustible usa?
G90____ G95____ G97____ GNV____ GLP____ DIESEL ____
¿Cuánto gasta mensualmente en combustible?
¿Compraría un sistema que reducirá el consumo de combustible de su vehículo?
Sí_____ No_____ ¿Por qué no?
¿Compraría un sistema que aumentará la potencia de su vehículo?
Sí_____ No_____ ¿Por qué no?
¿Compraría un sistema que alargará el periodo de vida de su motor?
Sí_____ No_____ ¿Por qué no?
¿Compraría un sistema que reducirá el consumo de combustible de su vehículo, aumentará la potencia y alargará el periodo de vida de su motor?
Sí_____ No_____ ¿Por qué no?
¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por él?
2000 soles _____ 2500 soles _____ 3000 soles_____
Marca/Modelo:
Nombre: Teléfono:

Elaboración Propia

Siendo la pregunta clave del estudio la siguiente:

¿Compraría un sistema que reducirá el consumo de combustible de su vehículo, aumentará la potencia y alargará el periodo de vida de su motor? Sí_____ No_____

Elaboración Propia

Al tratarse de una pregunta de éxito o fracaso, la distribución más apropiada para modelar este comportamiento es la binomial. En tal sentido, el tamaño de muestra se determinará por la siguiente ecuación:

n = 1.96^2*(p)*(q)/(E^2)

p: % de éxitos

q: %de fracasos

E: Error del estudio

1.96: Z correspondiente a un nivel de confianza de 95%

Tomando una muestra preliminar de 30, y tomando un error de 5%, se obtuvieron los siguientes resultados:

p=0.9333

q=0.0667

n=1.96^2*(0.9333)*(0.0667)/(0.05^2)= 95.66 = 96

Adicionalmente, con el objetivo de determinar la intención de compra se realizó la pregunta:

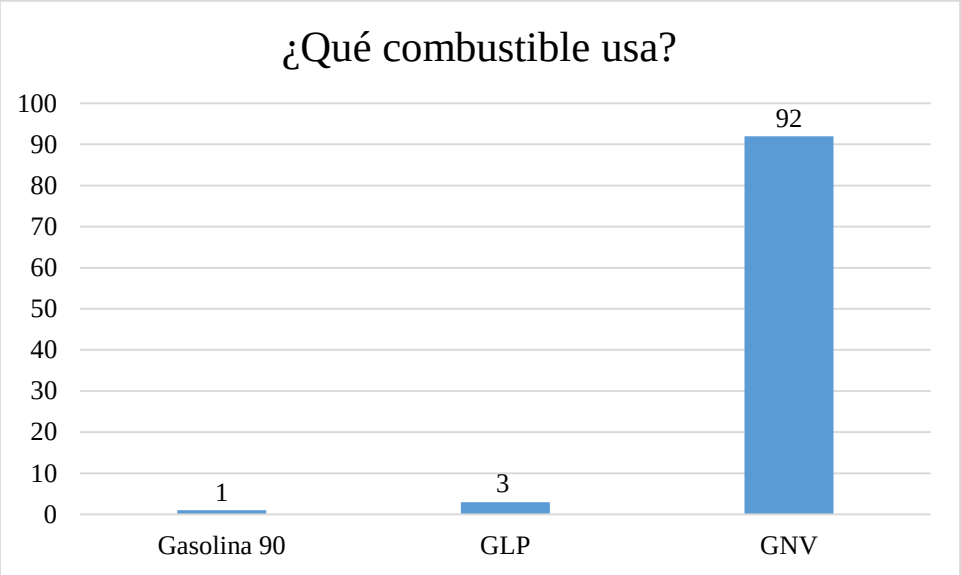
¿Siendo el 10 el máximo nivel y 1 el mínimo, del 1 al 10, que tan interesado estaría en Comprar un sistema que reducirá el consumo de combustible de su vehículo, aumentará la potencia y alargará el periodo de vida de su motor?

Los resultados del estudio de mercado fueron los siguientes:

¿Qué combustible usa?	Gasolina 90	GLP	GNV	total
Cantidad	1	3	92	96

Figura 2.8

¿Qué combustible usa?



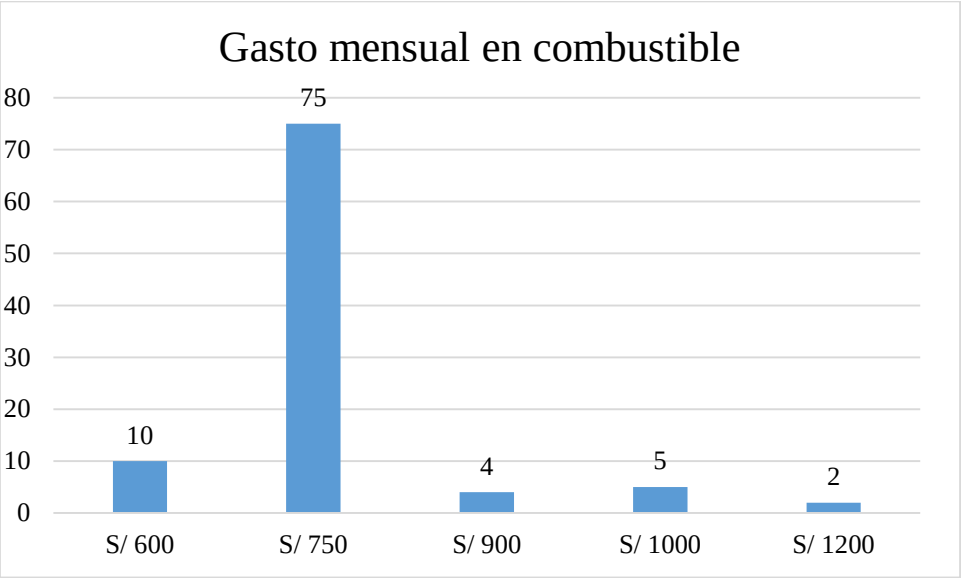
Elaboración Propia

Los datos muestran claramente que la mayoría de taxistas utilizan GNV.

Gasto mensual en combustible (Soles)	600	750	900	1000	1200
Cantidad	10	75	4	5	2

Figura 2.9

Gasto mensual en combustible



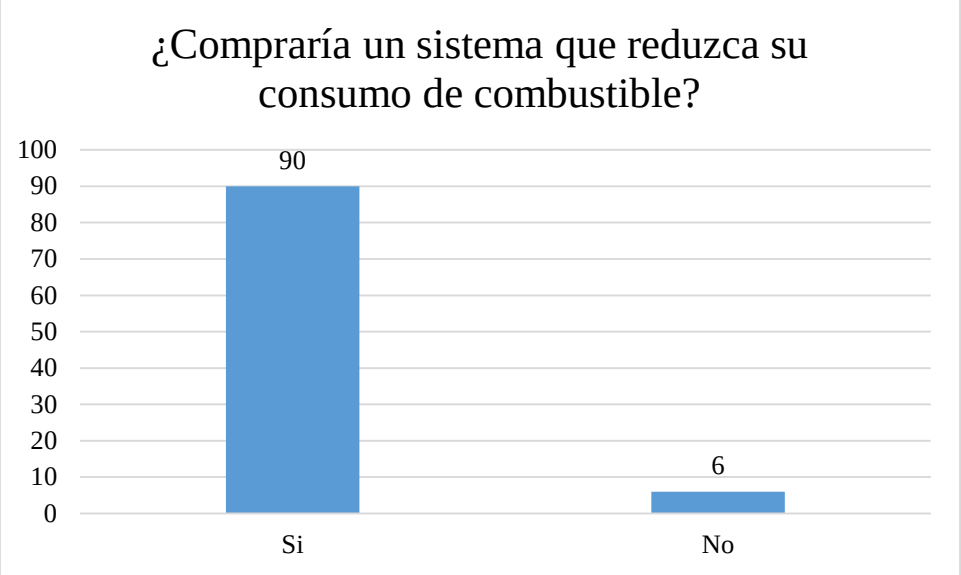
Elaboración Propia

Se aprecia claramente que la moda del consumo de combustible es de 750 soles mensuales.

¿Compraría un sistema que reduzca su consumo de combustible?	Si	No
Cantidad	90	6

Figura 2.10

¿Compraría un sistema que reduzca su consumo de combustible?



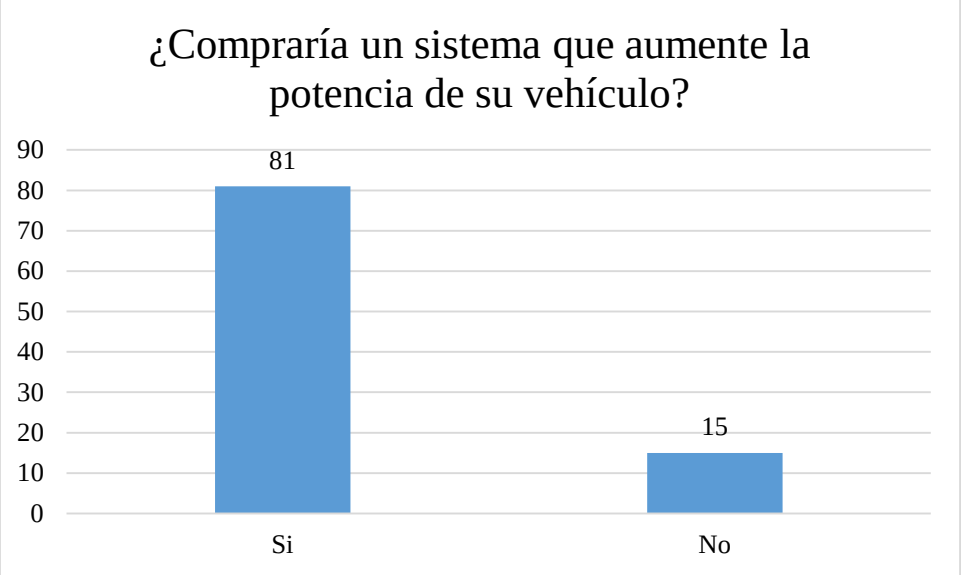
Elaboración Propia

Se aprecia claramente que la mayoría de taxistas comprarían un sistema que reduzca su consumo de combustible.

¿Compraría un sistema que aumente la potencia de su vehículo?	Si	No
Cantidad	81	15

Figura 2.11

¿Compraría un sistema que aumente la potencia de su vehículo?



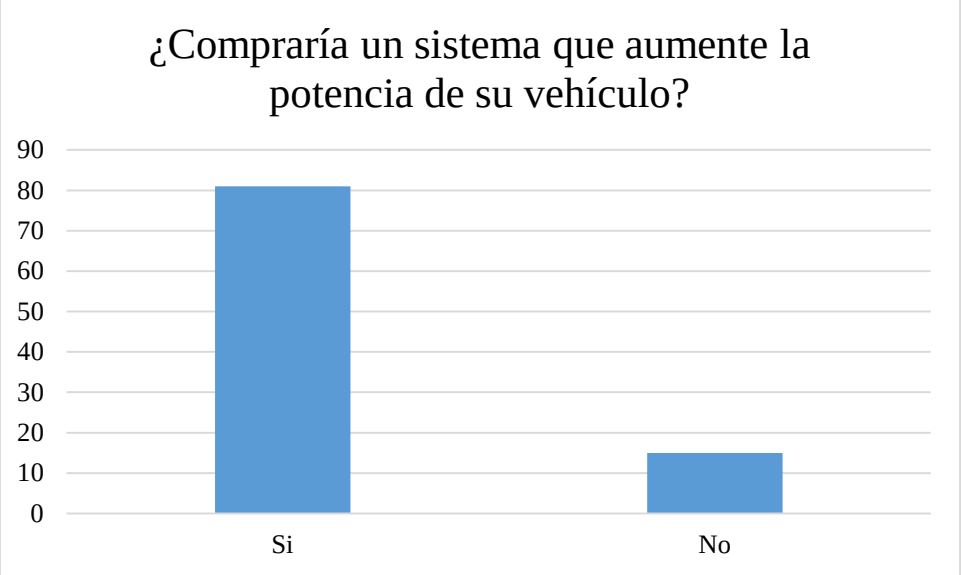
Elaboración Propia

Se aprecia que la mayoría de taxistas comprarían un sistema que aumente la potencia de su vehículo.

¿Compraría un sistema que alargue el periodo de vida de su motor?	Si	No
Cantidad	63	33

Figura 2.12

¿Compraría un sistema que aumente la potencia de su vehículo?



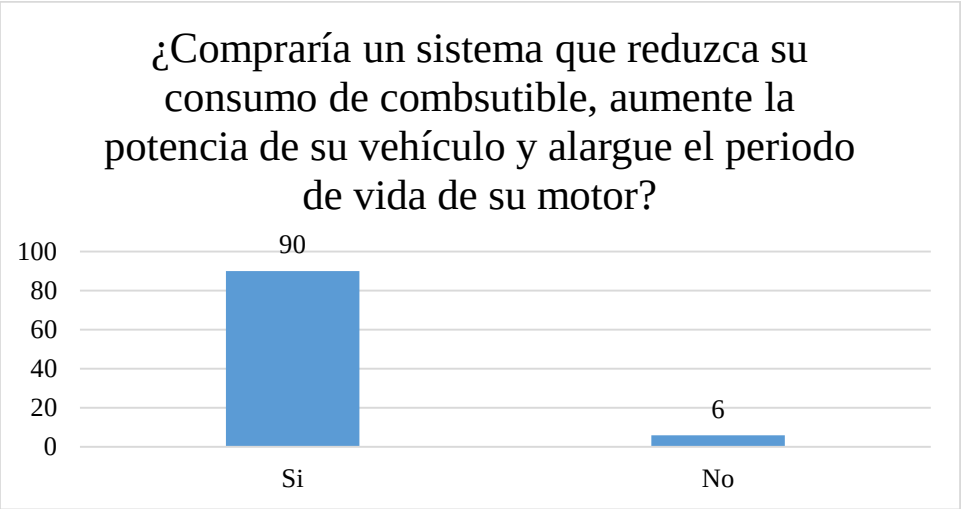
Elaboración Propia

Se aprecia que la mayoría de taxistas alargue el periodo de vida de su vehículo.

¿Compraría un sistema que reduzca su consumo de combustible, aumente la potencia de su vehículo y alargue el periodo de vida de su motor?	Si	No
Cantidad	90	6

Figura 2.13

¿Compraría un sistema que reduzca su consumo de combsutible, aumente la potencia de su vehículo y alargue el periodo de vida de su motor?



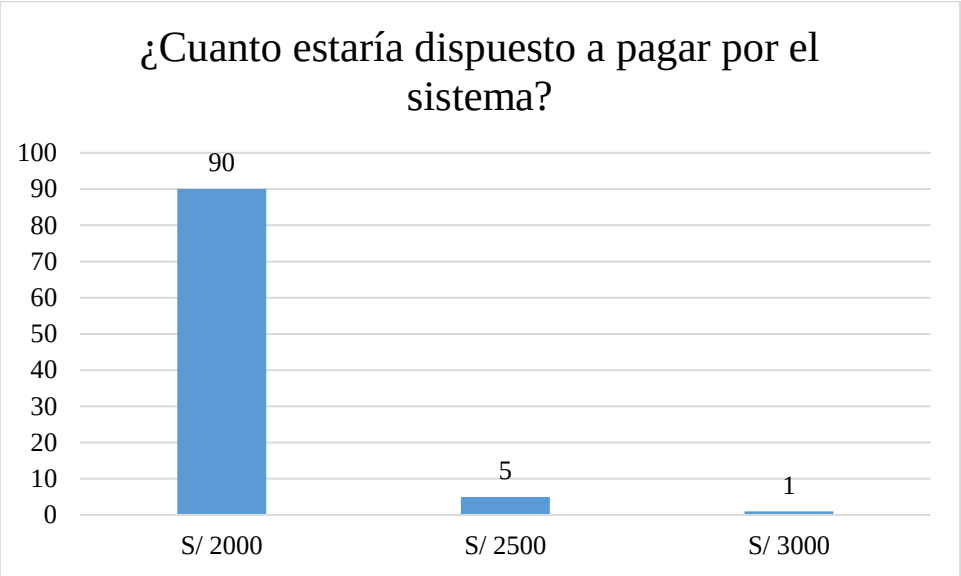
Elaboración Propia

Se aprecia claramente que la mayoría de taxistas comprarían un sistema que reduzca su consumo de combustible, aumente la potencia de su vehículo y alargue el tiempo de vida de su vehículo.

¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el sistema?	S/ 2000	S/ 2500	S/ 3000
Cantidad	90	5	1

Figura 2.14

¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el sistema?



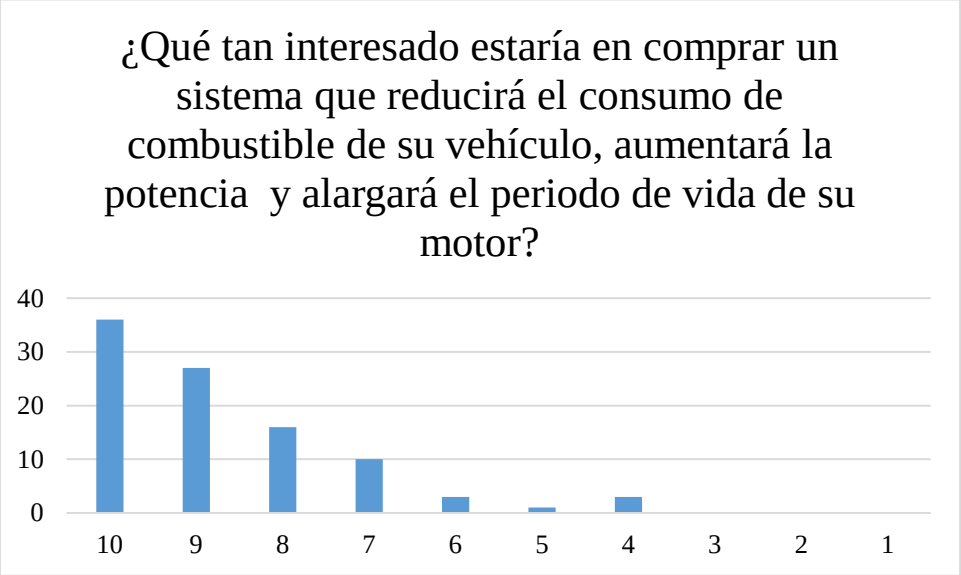
Elaboración Propia

Se aprecia claramente que la mayoría de taxistas estaría dispuesto a pagar 2000 soles por este sistema.

	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
¿Qué tan interesado estaría en comprar un sistema que reducirá el consumo de combustible de su vehículo, aumentará la potencia y alargará el periodo de vida de su motor?	36	27	16	10	3	1	3	0	0	0

Figura 2.15

¿Qué tan interesado estaría en comprar un sistema que reducirá el consumo de combustible de su vehículo, aumentará la potencia y alargará el periodo de vida de su motor?



Elaboración Propia

Viendo los resultados totales se obtuvieron:

Éxitos: 90

Fracasos: 6

Por lo que la demanda del proyecto es del 93.75% de la población objetivo.

Ahora, para determinar el total de la población objetivo, se considerará la cantidad total de taxis empadronados en servicio de taxi metropolitano (SETAME), requisito para poder ofrecer el servicio de taxi de manera formal. Existen 150 000 taxis empadronados (Comercio, 2012).

De tal modo, la demanda para el proyecto estaría reflejada el siguiente cálculo:

*150,000 * (0.9375)= 140675 unidades*

Más aun, sincerando la cantidad de interesados por la intención de compra encontrada se puede determinar la demanda según el cálculo:

150,000(1.0*36+0.9*27+16*0.8+0.7*10+0.6*3+0.5*1+0.4*3)= 125400 unidades*

2.5 Estrategia de comercialización

2.5.1 Análisis de las 4P's

Producto

El producto fue detallado en capítulos anteriores.

Precio

El precio de cada sistema H2PRO será de 2000 soles. Este precio incluye el servicio de instalación y la garantía por defectos de fábrica por un año. La política de precio será mantener un precio fijo de cara al cliente en todos los puntos de venta por lo que no se podrá negociar con respecto a ese monto, más bien, la negociación será con respecto a la oferta de productos complementarios al sistema (ej. agua destilada para su abastecimiento) u otros productos o servicios ajenos a él (ej. Descuento en cambio de aceite, mantenimiento de frenos, etc.).

Con respecto a la percepción del valor del cliente, cabe decir que esta es una inversión que es principalmente motivada por el beneficio del ahorro de combustible, el cual oscila entre 20% a 30%. Por otro lado, siendo 750 soles la moda del gasto mensual en consumo de combustible de taxistas, se generarán ahorros mensuales de entre 150 y 225 soles, por lo que la inversión realizada se recuperará entre 8 y 13 meses. Cabe mencionar que el ahorro se verá acompañado por otros beneficios como la extensión del periodo de vida del motor y el aumento de potencia, los cuales son difíciles de traducir en valor monetario al cliente.

El producto se distribuirá al por mayor a los distribuidores a un precio de 800 soles, de tal manera que tengan una alternativa tecnológica para realizar un buen negocio dentro de su marketing mix. De esta manera, realizando instalaciones de estos sistemas y vendiéndolos a 1695 soles (2000 soles incluyendo el IGV.).

Esto representa una estrategia agresiva de precio de penetración de mercado para asegurar de que sea una prioridad para el taller distribuidor la venta de estos sistemas. Asimismo, dentro del precio final se estima que el 10% de la venta neta (169.5 soles) sea considerado como una comisión para el vendedor del taller para motivarlo a cerrar ventas y tomar como prioridad este producto frente a otros que pueda ofrecer el taller. Asimismo, el

incurrirá en una inversión en mano de obra de 6 horas en promedio para la instalación del sistema en un carro, lo que les generará un costo de 70 soles. De esta manera, el taller tendría una utilidad de 655.5 soles por cada sistema instalado, lo que significa una rentabilidad del 81.19%, lo cual es más rentable que instalar sistemas de GNV o GLP, los cuales rentabilizan entre 30% y 35% sobre la inversión. Esto es nuevamente parte de una estrategia de precio para asegurar de que los talleres distribuidores prioricen la venta del sistema de hidrógeno H2PRO frente a otros productos.

Plaza

El producto se comercializará a través de una red de distribuidores autorizados conformados principalmente por talleres que actualmente realizan conversiones de sistemas a gas (GNV y/o GLP) a donde acuden los taxistas a instalar estos sistemas y a realizar mantenimiento y regulaciones de los mismos, y talleres de mecánica ligera donde suelen realizar mantenimientos preventivos o correctivos. De esta manera se tendría una estrategia de distribución selectiva.

Promoción

La promoción de los sistemas H2PRO será realizada a través de pautas publicitarias en radios y en diarios. Estas serán enfocadas en los medios que sean de mayor audiencia y lectura de los taxistas.

Asimismo, se realizarán esfuerzos por participar en programas radiales y televisivos referentes al rubro automotriz de preferencia enfocados en el segmento de taxistas.

Se contará material publicitario en el punto de venta incluyendo banners explicativos y volantes, al igual que el esfuerzo de ofrecimiento del vendedor del local.

Asimismo, el ofrecimiento comercial será realizado por el asesor de ventas del propio taller, quien motivado por la comisión que recibirá, explicará y persuadirá al cliente para que adquiera la tecnología.

Se adoptará, también, como política de promoción el ofrecer un servicio de capacitación gratuita constante para asegurar que el distribuidor cuente con los conocimientos necesarios para atender de la mejor manera al cliente y para que los técnicos puedan instalar correctamente el sistema, de igual modo, se ofrecerá garantía de fábrica sobre defectos de manufactura.

Asimismo, como política de comercialización se exigirá una alta calidad de servicio a la hora que el distribuidor atienda a potenciales clientes, al igual que este dé un servicio de instalación y mantenimiento de correcto que no genere disconformidades en el cliente final.

Finalmente, al tratarse de un producto altamente tecnológico y nuevo en el mercado, se buscará contar con certificaciones de laboratorios acreditados, como el laboratorio de motores de la Universidad Nacional de Ingeniería, que respalden la reducción del consumo de combustible y que aseguren que no existirán efectos colaterales a la hora de instalar esta tecnología. De esta manera, para exhibir estos resultados y ofrecer mayor explicación, se contará con un sitio web donde los interesados podrán acceder a esta información al igual que conocer los puntos de venta.

2.5.2 Análisis de precios

2.5.2.1 Tendencia histórica de los precios

No existe una tendencia histórica a nivel nacional ya que este producto aún no ha sido insertado al mercado peruano con éxito.

2.5.2.2 Precios actuales

Actualmente, la empresa presente en el mercado, mencionada anteriormente, ofrece el producto a 2000 USD, el servicio incluye la instalación y garantía de 3 años.

Con respecto a la oferta en el extranjero, existen los siguientes proveedores que ofrecen sistemas análogos a los propuestos a los siguientes precios:

- Proveedor: HHO PLUS

Figura 2.16

Sistema de hidrógeno HHO PLUS – DC2000

Fuente: HHO Plus Lda., (2008)

País de origen: Portugal

Precio FOB: 224.8 Euros (807.90 soles)

Precio CIF: 304.8 Euros (1095.40 soles)

Precio DDP: 1680.34 soles

Este producto no incluye el servicio de instalación.

Fuente: HHO Plus Lda., (2008)

- Proveedor: Ocean GO

Figura 2.17

Sistema de hidrógeno OCEAN GO

Fuente: Ocean Go Ltda., (2014)

País de origen: China

Precio FOB: 252.3 Dólares (832.59 soles)

Precio CIF: 327.3 Dólares (1080.09 soles)

Precio DDP: 502.08 Dólares (1656.86 soles)

Este producto no incluye el servicio de instalación.

Fuente: Ocean Go Ltda., (2014)

2.6 Disponibilidad de insumos

2.6.1 Características principales de la materia prima

La materia prima para elaborar estos dispositivos es el acero inoxidable 316l.

Tabla 2.5

Composición química del acero inoxidable 316L

Composición Química							
%C (máx.)	%Mn (máx.)	%Si (máx.)	%Cr	%Ni	%Mo	%P (máx.)	%S (máx.)
0,035	2,00	1,00	16,0 - 18,0	10,0 - 15,0	2,0 - 3,0	0,04	0,03

Fuente: Aceros Otero, (2012)

2.6.2 Potencialidad del recurso en la zona de influencia del proyecto

Este recurso no tiene gran potencialidad, ya que es un producto importado. Existen 3 proveedores que ofrecen este producto en Lima metropolitana.

CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE PLANTA

3.1 Análisis de los factores de localización

- Proximidad a la materia prima

Es uno de los factores más importantes ya que los distintos materiales deben contar con características técnicas específicas para poder asegurar la calidad del producto. Por ello, la disponibilidad de proveedores que ofrezcan un producto de calidad es muy deseable para tener un desarrollo industrial sin inconvenientes y evitar un sistema logístico complejo que implique el transporte de dichos insumos desde otra ciudad o, en su defecto, su importación.

- Cercanía al mercado

Un factor clave para el éxito de este proyecto industrial es la cercanía a quienes serán los consumidores finales, quienes serán los propietarios de vehículos, principalmente taxistas. Nuevamente, el factor logístico se presenta como un acápite cuya simplicidad beneficiará el desempeño industrial y comercial. Se debe contar, también, con vías como carreteras y avenidas de acceso asfaltadas para no afectar el tiempo de entrega ni el *lead time* de la cadena productiva.

- Disponibilidad de mano de obra

Al ser un proyecto industrial que incluye la transformación física de materias primas como plásticos y metales aplicando maquinaria especializada para dichos fines (corte laser, corte plasma, etc.), se deberá contar con personal capacitado en labores metal mecánicas, al igual que profesional docto en nociones químicas y administrativas para la debida gestión del proyecto.

- Abastecimiento de energía

La tecnología escogida se alimenta en su totalidad de energía eléctrica. Si bien la potencia instalada se estima que será de baja magnitud, es fundamental contar con el suministro electricidad, el cual debe ser de baja tensión (220V) para cumplir con las especificaciones técnicas de funcionamiento de la maquinaria selecta.

- Disponibilidad de terreno

La disponibilidad de un espacio físico para la instalación de la fábrica es de suma importancia pues si no hay locales disponibles, la viabilidad del proyecto será simplemente nula. El local deba debe estar debidamente acondicionado para poder instalar la máquinas e implementos para la actividad fabril. El espacio necesario debe el necesario para poder cumplir con los requerimientos para poder ubicar la zona fabril, administrativa, estacionamiento de vehículos para el transporte, entre otros.

- Eliminación de desechos e impacto ambiental

El proceso productivo tiene como desechos metales y plásticos, los cuales deben ser reciclados para la óptima gestión ambiental del proyecto. Para tener una operación coherente con la afirmación anterior, lo óptimo será estar en una contexto industrial donde se cuente con fundiciones y plantas recicladoras.

- Reglamentos fiscales, legales y ambientales

Es de suma importancia tomar en cuenta la legislación vigente y la normativa a nivel local para la factibilidad de instalación de la fábrica. El proyecto debe desarrollarse según los lineamientos contemplados en la Ley de Formalización y Promoción de la Pequeña empresa (N° 27651), Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo (N° 29783), entre otras.

- Condiciones de vida

La relevancia de este factor radica en el nivel comodidad básica que exige un empleado de todos niveles. Factores importantes son: vivienda, educación, alimentación, recreación y servicios de salud que se puedan ubicar en el entorno del proyecto.

3.2 Posibles ubicaciones de acuerdo a factores predominantes

De acuerdo a la metodología adoptada para el desarrollo de estudio se han definido dos posibles ubicaciones para las instalaciones para la instalación de la planta. Las dos alternativas son: Lima metropolitana, La Libertad, y Arequipa.

- Proximidad a la materia prima

Se eligió Lima Metropolitana por la cantidad de empresas que comercializan las materias primas (ej. JN Aceros SA, JAHESA, JEBEMSA, etc.). Por otra parte, Arequipa

posee una mucho menor cantidad de oferta de los insumos industriales, aun así, existen proveedores donde se podría obtener el acero, caucho y demás productos (Aceros Comerciales, Mr Ingenieros Eirl, Imtesi SAC, etc,). Finalmente, La Libertad se encuentra en un escenario inferior al de Arequipa, ya que existen menos proveedores (Ingeniería Edwards, Comercial Rc SRL, K y G Representaciones Eirl).

- Cercanía al mercado

La mayor parte del parque automotor peruano de encuentra en la capital, luego en La Libertad, siendo seguida en volumen por la provincia de Arequipa.

Tabla 3.1

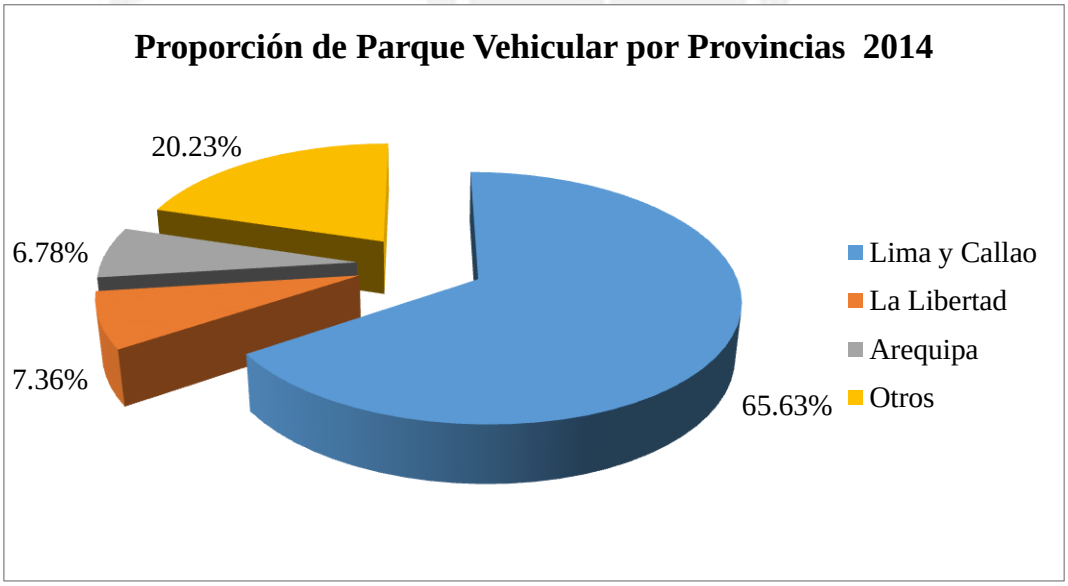
Parque automotor por provincias

Provincia	Vehículos	%
Lima y Callao	1,590,755	65.63%
La Libertad	178,433	7.36%
Arequipa	164,302	6.78%
Otros	490,206	20.23%

Elaboración Propia

Figura 3.1:

Parque automotor por províncias



Elaboración Propia

- Disponibilidad de terreno

Este es un factor esencial para tener una noción sobre la inversión inicial. Además, se debe tomar en cuenta que el costo por metro cuadrado va a afectar la rentabilidad del proyecto, por lo que se busca contar con un precio bajo para poder tener indicadores financieros auguradores. Por otro lado, se debe tomar en cuenta que un terreno con mejor ubicación puede significar un mayor costo, pero puede resultar siendo costo beneficioso al evaluar otros aspectos como el diseño de la red logística, cercanía al mercado, entre otros factores.

En los departamentos propuestos existe la presencia de parques industriales, lo cual es idóneo para el desarrollo del proyecto industrial. Se aprecia que en Lima existe una mayor cantidad que en La Libertad y en Arequipa. En los las provincias más desarrolladas se suele encontrar terrenos a un mayor costo, mientras que existen parques industriales que se encuentran en desarrollo que tienen un menor precio por metro cuadrado.

A continuación se presenta una relación de los parques industriales donde el proyecto se podría instalar:

Tabla 3.2

Parques Industriales del Perú

Parque Industrial	Departamento	Provincia	Distrito
Villa el Salvador	Lima	Lima	Villa el Salvador
Villa Maria del Triunfo	Lima	Lima	Villa Maria del Triunfo
Huaycan	Lima	Lima	Ate
El Asesor	Lima	Lima	Ate
Lomas de Carabayllo	Lima	Lima	Carabayllo
Pachacutec	Lima	Lima	Ventanilla
Ventanilla	Lima	Lima	Callao
Infantas	Lima	Lima	Los Olivos
AMINOR	La Libertad	Trujillo	Trujillo
El Porvenir	La Libertad	Trujillo	El Porvenir
Arequipa	Arequipa	Arequipa	Arequipa
Rio Seco	Arequipa	Arequipa	Cerro Colorado
El Palomar	Arequipa	Arequipa	Cerro Colorado
APIMA	Arequipa	Arequipa	Paucarpata

Fuente: FENAPIP, (2014)

3.3 Evaluación y selección de localización

La determinación de la ubicación de la planta involucra un análisis de la macro localización y micro localización. Para el primero se desarrollará empleando el método de ranking de factores para comparar cada uno de los criterios, tomando en cuenta su relevancia. Una vez definida la macro localización, se procederá a determinar la micro localización empleando la misma metodología.

3.3.1 Evaluación y selección de la macro localización

Para determinar la zona donde va a estar ubicada la planta se clasificarán los factores para determinar cuales tienen mayor importancia y por ello son los predominantes.

Para simplificar la elaboración de la tabla de enfrentamiento de factores, se codificarán los distintos factores a comparar.

Tabla 3.3
Codificación de los factores de localización

N°	Factor	Código
1	Proximidad a la materia prima	PMP
2	Cercanía al mercado	CM
3	Disponibilidad de terreno	DT

Elaboración Propia

Luego de asignar una codificación a cada factor, se desarrolló una matriz de enfrentamiento con el propósito de cuantificar la importancia o relevancia de cada factor para el posterior análisis de la ubicación. Para realizar la matriz y calificar los factores se utilizaron los siguientes criterios:

Tabla 3.4

Reglas de calificación en matriz de enfrentamiento para macro localización

Calificación	Descripción
1	El factor es más importante que el factor comparado
0	El factor es menos de importante que el factor comparado
1	Importancia equivalente

Elaboración Propia

Tabla 3.5

Matriz de enfrentamiento para macro localización

Factores	PMP	CM	DT	Conteo	Ponderación
PMP		1	0	1	20%
CM	1		1	2	40%
DT	1	1		2	40%
			Total:	**5**	**100%**

Elaboración Propia

Finalmente se procedió a evaluar cada una de las localizaciones respecto a los factores de localización. Para ello se utilizó una escala de calificación en cada alternativa, se obtuvo un puntaje y se logró determinar la micro localización más recomendable.

Tabla 3.6

Escala de calificación de los factores de macro localización

Escala	Calificación
Excelente	5
Muy bueno	4
Bueno	3
Regular	2
Deficiente	1

Elaboración Propia

Se procede a la calificación de las tres opciones en evaluación:

Tabla 3.7

Ranking de factores para determinar macro localización

Factores	Ponderación	Lima		La Libertad		Arequipa	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
PMP	20%	5	1	2	0.4	3	0.6
CM	40%	5	2	3	1.2	2	0.8
DT	40%	4	1.6	2	0.8	3	1.2
Total	100%		4.60		2.40		2.60

Elaboración Propia.

Finalmente se obtuvo que la localización recomendada para la instalación de la planta de fabricación de celdas de electrólisis sea en Lima ya que obtuvo mayor puntaje con respecto a sus pares de Arequipa y la Libertad.

3.3.2 Evaluación y selección de la micro localización

En el presente estudio tomará como referencia el apartado anterior, donde se escogió a la provincia de Lima como ubicación para este proyecto industrial. Más aún, el análisis de micro localización se realizará en Lima Metropolitana y Callao debido a que es el sector donde se concentra el mayor dinamismo económico de la provincia. Dentro de este espacio físico definido se escogerá el distrito donde sea conveniente realizar la instalación industrial.

3.3.3 Evaluación y selección de la provincia o distrito

Después de analizar la macro localización, se procederá a analizar la micro localización del proyecto industrial. Los tres Distritos propuestos son:

- Ate Vitarte
- Villa María del Triunfo
- Villa El Salvador

Para comparar estos tres distritos debemos definir métricas y asignarles pesos o niveles de importancia y así poder implementar la metodología de ranking de factores.

Los factores a analizar serán:

- Costo del terreno

Este es un factor relevante ya que impactará directamente en los gastos operativos del proyecto y por consiguiente en la rentabilidad de este.

En las siguientes tablas se muestran el rango de precios por zona industrial en Lima metropolitana:

Tabla 3.8

Costo por m2 en zonas industriales por sectores de Lima Metropolitana

Sectores de Lima	Rango de precios (USD/M2)
Lima Norte	250-550
Lima Centro	300-600
Lima Este	150-350
Lima Sur	150-400

Elaboración Propia

De la información presentada, se aprecia que el rango de precios es bastante similar entre Lima Este (Ate) y Lima Sur (VMT y VES), teniendo un rango pequeñamente menor y más económico el sector este.

- Disponibilidad de terreno

La importancia de este factor radica en que la oferta de terrenos dispondrá la factibilidad de adquirir uno para el montaje industrial. Para tener una noción de la distribución de estos locales, a continuación se presenta información relevante:

Tabla 3.9

M2 en zonas industriales por sectores de Lima Metropolitana

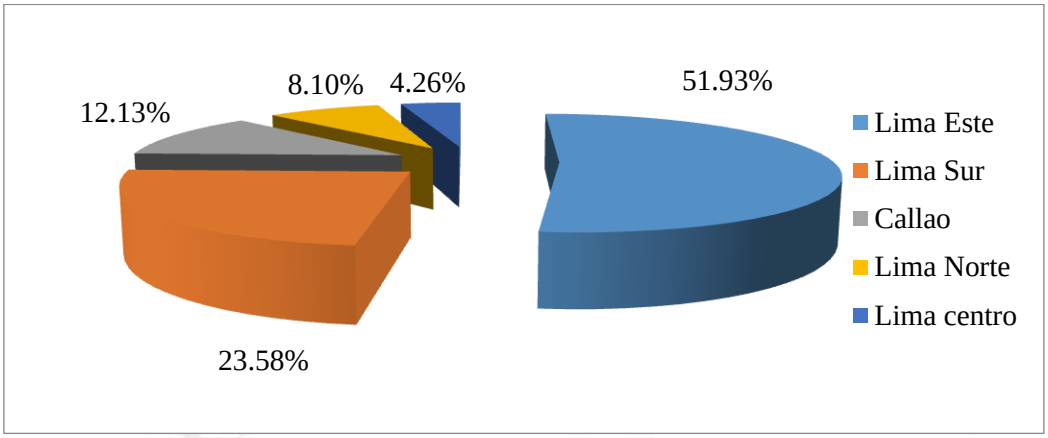
Zona	m2	%
Lima centro	3,004,638	4.26
Lima Sur	16,612,568	23.58
Lima Este	36,595,945	51.93
Lima Norte	5,706,819	8.10
Callao	8,544,968	12.13
Total	**70,464,938**	**100.00**

Elaboración Propia

Se aprecia que en Lima Este hay más del doble de área industrial instalada que en Lima Sur, por lo que se presume que el distrito de Ate tendría ventaja sobre sus pares de VMT y VES.

Figura 3.2

M2 en zonas industriales por sectores de Lima Metropolitana



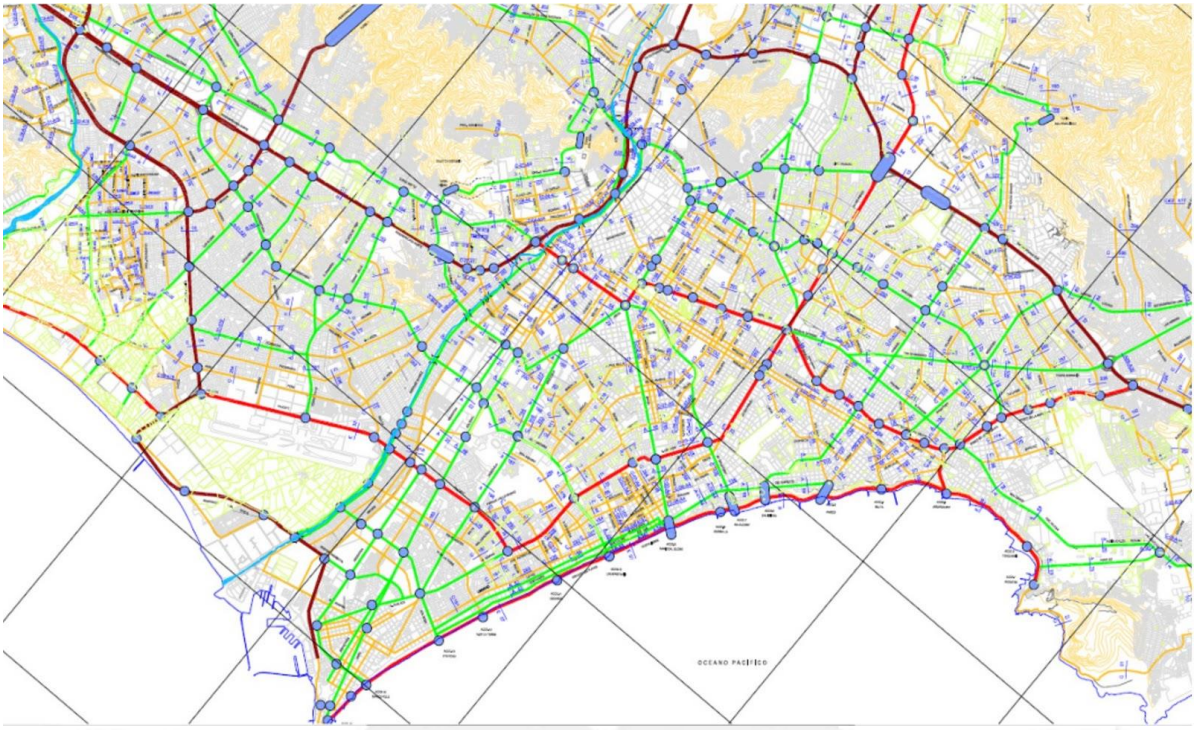
Elaboración Propia

- Facilidad de transporte

Para conocer el estado de las vías de acceso a los distritos en evaluación, se presenta la siguiente imagen, donde se aprecia de color verde las vías principales de Lima Metropolitana.

Figura 3.3

Vías y centros de dinamismo económico en Lima Metropolitana



Fuente: Urbial, (2013)

Por otra parte, es relevante conocer que la principal vía de acceso a Ate es la carretera central, mientras que la de Villa María del Triunfo y Villa El Salvador es la carretera Panamericana Sur.

Para proceder con el análisis y la evaluación, a continuación se presentan los factores de mayor relevancia y su correspondiente codificación:

Tabla 3.10

Escala de calificación de los factores de macro localización

N°	Factor	Código
1	Costo del terreno	CT
2	Disponibilidad de terreno	DT
3	Facilidad de transporte	FT
4	Disponibilidad de servicios	DS

Elaboración Propia

Se procede a comparar los distintos factores para determinar su importancia relativa.

Tabla 3.11

Ranking de factores para determinar macro localización

Factores	CL	DT	FT	DS	Conteo	Ponderación
CL		0	1	1	2	29%
DT	1		1	1	3	43%
FT	0	0		1	1	14%
DS	0	0	1		1	14%
				Total:	7	100%

Elaboración Propia

Finalmente se procede a calificar las distintas opciones:

Tabla 3.12

Ranking de factores para determinar macro localización

Factores	Ponderación	Ate		VMT		VES	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
CL	29%	5	1.43	4	1.14	4	1.14
DT	43%	5	1.43	3	0.86	3	0.86
FT	14%	2	0.57	4	1.14	4	1.14
DS	14%	5	1.43	4	1.14	4	1.14
Total	100%		**4.86**		**4.29**		**4.29**

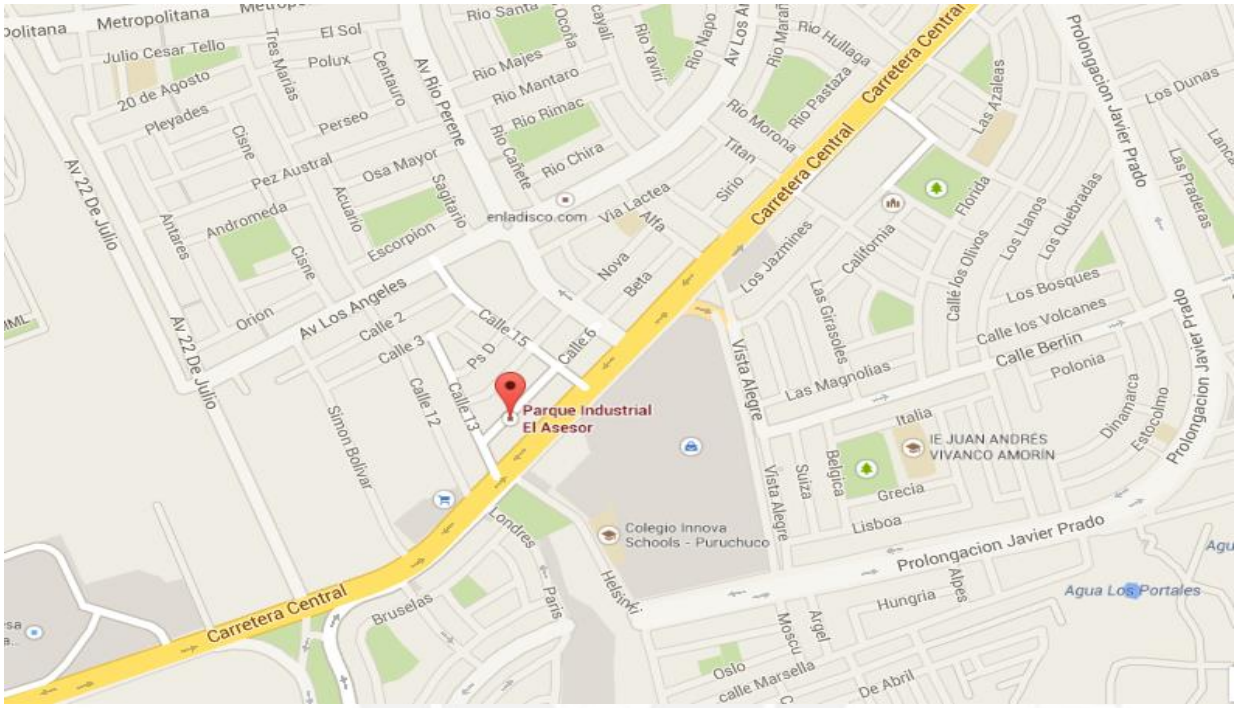
Elaboración Propia

Se concluye, al finalizar este análisis, que el distrito más indicado para ubicar la fábrica es Ate. Entrando más en detalle, la zona idónea para localizar la planta será el parque industrial "El Asesor", ya que su ubicación es más cercana al núcleo de Lima Metropolitana. Esto se considera una buena alternativa, ya que se encuentra inmediatamente al lado de la carretera central, vía que es un gran acceso a Lima y al centro del país, además de estar conectada con la carretera panamericana y la avenida Javier Prado, con lo cual se podría realizar una distribución sin inconvenientes y armar una red logística con buenas cualidades operativas. Finalmente, se debe decir que en esta ubicación, el desenvolvimiento fabril no

tendrá inconvenientes, ya que se tienen a disposición los distintos requerimientos, como materia prima, recursos humanos, servicio de agua, electricidad, entre otros.

Figura 3.4

Ubicación del parque industrial “El Asesor”



Fuente: Google Maps, (2013)

CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE PLANTA

Se entiende como tamaño de planta a la capacidad de producción óptima de una instalación que viene a ser determinada por las limitaciones que surgen a partir de la demanda del mercado, la tecnología disponible para el proceso productivo, punto de equilibrio, inversión o financiamiento aplicable para el proyecto y la disponibilidad de los recursos productivos.

4.1 Relación tamaño-mercado

Es importante tener en cuenta de que la demanda de los "Sistemas de Hidrógeno Vehicular" no sea inferior al tamaño mínimo requerido para la viabilidad del proyecto. De acuerdo a lo obtenido en el capítulo 2.4.3 "Determinación de la demanda el proyecto", el mercado no sería un factor limitante ya que dicho cálculo proviene de datos empíricos realizados a través de encuestas a los que serían los consumidores potenciales de este producto, y la cantidad determinada de la demanda del proyecto es de 125,400 unidades.

4.2 Relación tamaño- recursos productivos

El "Sistema de hidrógeno vehicular" consta de una celda de electrólisis seca de 21 placas, de configuración – NNNN + NNNN – NNNN + NNNN –, de para funcionar con 12V a 13.8V DC y tapas laterales transparentes de acrílico.

El producto total está compuesto por 3 partes, las cuales son: Sistema mecánico, Sistema eléctrico y la Celda de electrólisis. A continuación se detallan los componentes de cada sistema:

Tabla 4.1

Componentes de cada sistema por separado

Sistema mecánico	Sistema eléctrico	Celda de electrólisis
Manguera sanitaria (3/8")	Cables	Esparrago inóxidable (1/4") (1m)
Manguera de alta presión (3/8")	Controlador electrónico	Tuercas inoxidables (1/4")
Válvula check (3/8")	Terminales	Eletrodo de Acero SAE 316L (1mm)
Tanque de Agua (3L)		Aislante de neopreno
Conexiones		Tapa de acrílico
Abrazaderas		

Elaboración Propia

De los materiales mencionados en la tabla anterior, los más importantes son: acero inoxidable SAE 316L, planchas de caucho de 1 mm de espesor (aislante de neopreno) y planchas de acrílico de 10mm de espesor (tapa de acrílico). A continuación se muestra los proveedores para las 3 materias primas:

Tabla 4.2
Proveedores para los 3 componentes más importantes del "Sistema de hidrógeno vehicular"

Acero inoxidable SAE 316L	Aislante de neopreno	Tapa de acrílico
Jahesa SA	Codiza SA	Norem - Plast Peruana SA
JN Aceros SA		

Elaboración Propia

Los proveedores mencionados cuentan con potencial de abastecimiento muy amplio, lo cual indica que no sería un factor limitante para el desarrollo del proyecto.

4.3 Relación tamaño- tecnología

La tecnología no es un factor limitante para determinar el tamaño de planta, ya que existen máquinas de distintas dimensiones, capacidades, tolerancias y características que permitirán procesar la materia prima con mayor o menor ritmo de producción según sea necesario. Por ejemplo, en el proceso de corte del acero, existen máquinas ofertadas en el mercado internacional que tienen un área de corte de 3m x 1.5m con un avance de 12 metros por minuto, lo cual permitiría maquinar una plancha estándar en 9.1 minutos, permitiendo tener una producción diaria de aproximadamente 1894 celdas en un turno de trabajo de 8 horas, lo cual, evidentemente excede los requerimientos de producción, puesto que trabajando 360 días al año, se obtendría una producción de 681,840 unidades. Es relevante mencionar que la posibilidad de colocar máquinas en paralelo que trabajen simultáneamente es una alternativa para poder aumentar la capacidad productiva en caso que la tecnología sea el cuello de botella del proceso fabril. Como se mencionó, la maquinaria necesaria para este proceso fabril se encuentra ofertada en el mercado internacional, existiendo proveedores de China, Alemania, EEUU, entre otros países; Por otro lado, considerando que el Perú cuenta

con distintos tratados de libre comercio y es un país abierto al comercio internacional, la importación de la maquinaria es totalmente factible.

4.4. Relación tamaño- punto de equilibrio

El punto de equilibrio permite conocer cuál es el tamaño mínimo de planta, es decir un nivel de producción en el que no se tenga pérdidas ni ganancias. Es imprescindible conocer este dato ya que permite tener noción del nivel de la producción y si es suficiente como para cubrir los costos fijos y variables que intervienen. Hasta este capítulo del estudio todavía no se cuenta con datos exactos sobre el costo de las operaciones, específicamente costos fijos los cuales se aproximaron de acuerdo a estimaciones. Cabe resaltar que los costos variables son exactos debido a que se obtuvieron con datos empíricos y reales.

A continuación se presentan los cálculos de los costos totales aproximados por mano de obra y el detalle de la obtención del costo variable por unidad de "Sistema de Hidrógeno Vehicular.

Tabla 4.3

Cálculo de los costos de mano de obra anual

Mano de obra Fabril

Cargo	Cantidad	Sueldo Neto	CTS	Gratificación	SENATI (2%)	ESSALUD(9%)	Planilla Mensual	Planilla Anual
Operario	2	S/. 1,500.00	S/. 125.00	S/. 250.00	S/. 30.00	S/. 135.00	S/. 4,080.00	S/. 48,960.00
Ayudante	3	S/. 750.00	S/. 62.50	S/. 125.00	S/. 15.00	S/. 67.50	S/. 3,060.00	S/. 36,720.00

Mano de obra administracion

Jefe de operaciones	1	S/. 4,000.00	S/. 333.33	S/. 666.67	S/. 80.00	S/. 360.00	S/. 5,440.00	S/. 65,280.00
contadora/secretaria	1	S/. 2,000.00	S/. 166.67	S/. 333.33	S/. 40.00	S/. 180.00	S/. 2,720.00	S/. 32,640.00
Gerente General	1	S/. 5,000.00	S/. 416.67	S/. 833.33	S/. 100.00	S/. 450.00	S/. 6,800.00	S/. 81,600.00

Mano de obra tecnica

Mecanico automotriz	2	S/. 1,200.00	S/. 100.00	S/. 200.00	S/. 24.00	S/. 108.00	S/. 3,264.00	S/. 39,168.00
Practicante de mecanica	1	S/. 750.00	S/. 62.50	S/. 125.00	S/. 15.00	S/. 67.50	S/. 1,020.00	S/. 12,240.00
								S/. 316,608.00

Fuente: Ministerio del Trabajo, (2013)

Tabla 4.4

Cálculo de los costos variables

			Unidad	Cantidad	Cost. Unit. (S/.)	Cost. Total (S/.)
Sistema de hidrógeno vehícular	Sistema mecánico	Manguera sanitaria (3/8")	Unid.	2.00	4.50	9.00
		Manguera de alta presión (3/8")	Unid.	1.50	4.00	6.00
		Válvula check (3/8")	Unid.	1.00	10.00	10.00
		Tanque de Agua (3L)	Unid.	1.00	50.00	50.00
		Conexiones	Unid.	5.00	2.60	13.00
		Abrazaderas	Unid.	5.00	0.50	2.50
	Sistema Eléctrico	Cables	Metro	2.00	5.00	10.00
		Controlador electrónico	Unid.	1.00	80.00	80.00
		Terminales	Unid.	5.00	0.50	2.50
	Celda de electrólisis	Esparrago inóxidable (1/4") (1m)	Unid.	0.70	10.00	7.00
		Tuercas inoxidables (1/4")	Unid.	0.13	12.00	1.56
		Eletrodo de Acero SAE 316L (1mm)	Unid.	21.00	4.00	84.00
		Aislante de neopreno	Unid.	22.00	0.70	15.40
		Tapa de acrílico	Unid.	2.00	4.50	9.00
	Energía eléctrica	Costo aproximado De consumo de energía eléctrica por unidad				0.51
		Costo total por unidad de sistema de hidrógeno vehícular				S/. 300.47

Elaboración propia

Teniendo en cuenta los costos detallados anteriormente, en la siguiente tabla se añaden los costos fijos anuales (S/.) aproximados para el proyecto.

Tabla 4.5

Estimación de los costos fijos totales anuales

	Costos fijos
Mano de obra directa	S/. 316,608.00
Gastos de administración	S/. 60,000.00
Depreciación	S/. 48,000.00
Mantenimiento de activos	S/. 20,000.00
	S/. 444,608.00

Costo variable	**S/. 300.47**

Elaboración Propia

Posteriormente, se procederá a hallar el punto de equilibrio teniendo en cuenta que el precio de venta de una (01) unidad de "Sistema de hidrógeno vehicular" tendrá un precio en el mercado de S/. 800.

Tabla 4.6

Cálculo del margen de contribución

Producto	**Precio de venta**	**Costo variable**	**Marguen de contribución Total = 1-(CV/P. venta)**
Sistema de hidrógeno vehicular	S/. 800.00	S/. 300.47	0.62

Elaboración Propia

A partir de la obtención del margen de contribución total se puede calcular el punto de equilibrio de unidades monetarias a través de la siguiente fórmula:

$$Punto\ de\ equilibrio = Costos\ fijos\ \div Contribución\ marginal\ total$$

Punto equilibrio	S/.717,109.68
Punto equilibrio unidades	897

4.5 Selección del tamaño de planta

Para poder seleccionar el tamaño óptimo de la planta es necesario hacer una comparación de las diferentes relaciones analizadas anteriormente. El tamaño mínimo de planta estará determinado por el punto de equilibrio mientras que el tamaño máximo de planta estará definido por la demanda. A continuación se muestra una figura detallando los distintos niveles de tamaño de planta obtenidos.

Tabla 4.7

Tamaños de planta según cada criterio seleccionado

	Unidades de "Sistema de Hidrógeno Vehicular anuales"
Tamaño - Mercado	16,634
Tamaño - Recursos productivos	No es limitante
Tamaño - Tecnología	681,849
Tamaño - Punto de equilibrio	897

Elaboración Propia

A partir la tabla anterior se puede observar que el tamaño de planta óptimo será determinado por el mercado, es decir, una producción anual de 16634 unidades de “Sistema de Hidrógeno Vehicular”. Este dato se obtuvo en el capítulo 2.4: “Demanda para el proyecto” y que fue elegido desde el punto de vista psicográfico. El target de este mercado lo constituyen las personas naturales, específicamente taxistas.

CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO

5.1 Definición del producto basada en sus características de fabricación

5.1.1Especificaciones técnicas del producto

El producto a desarrollar está compuesto por dos placas de acrílico de 10mm de espesor que serán colocadas a los extremos como tapas de la celda, luego estará compuesta por 21 placas de Acero inoxidable SAE 316L de 1 mm de espesor, que cumplirán la función de electrodos y reguladores de voltaje, estas tendrán la siguiente configuración:

– NNNN + NNNN – NNNN + NNNN –

Entiéndase por esto que habrá una placa conectada al polo positivo de la batería y una al negativo, habiendo entre positivo y negativo cuatro placas sin conexión directa a la batería, las cuales se conectaran eléctricamente mediante una disolución acuosa de KOH al 3%. En este caso, el hidróxido de potasio (KOH) permite el flujo de electrones a través del agua. Estas placas estarán separadas por empaquetaduras de caucho de 1mm de espesor, los cuales cumplirán un rol de aislantes. Se colocarán conexiones para las mangueras de alimentación en ambos extremos. A este Tipo de celda se le conoce como celda seca o "Dry Cell".

Tabla 5.1
Composición química del acero inoxidable 316L

Composición química							
%C (máx.)	**%Mn (máx.)**	**%Si (máx.)**	**%Cr**	**%Ni**	**%Mo**	**%P (máx.)**	**%S (máx.)**
0,035	2,00	1,00	16,0 - 18,0	10,0 - 15,0	2,0 - 3,0	0,04	0,03

Fuente: Aceros Otero, (2012)

Este tendrá como elemento principal la celda de electrólisis y se añadirán los siguientes elementos para ser comercializados e instalados en automóviles:

- Reservorio de agua

Esta parte del sistema almacenará el agua destilada. Está fabricado en plástico y resiste 10 bares de presión. Su capacidad es de 3 litros. Este tiene 2 conexiones para líquidos con las cuales se conectara con el generador, una conexión para gases que estará conectada con la admisión de aire y una boquilla, por donde se alimentará de agua y se repondrá el electrolito. La boquilla se cierra con una tapa plástica de color negro.

Figura 5.1
Reservorio de agua

Fuente: HHO Plus Lda., (2008)

- Manguera de alta presión:

Por esta manguera fluye el agua desde el reservorio hacia la celda, el gas desde la celda hacia el reservorio y hacia la admisión de aire. Está diseñada para soportar hasta 653 PSI.

Figura 5.2
Manguera de alta presión

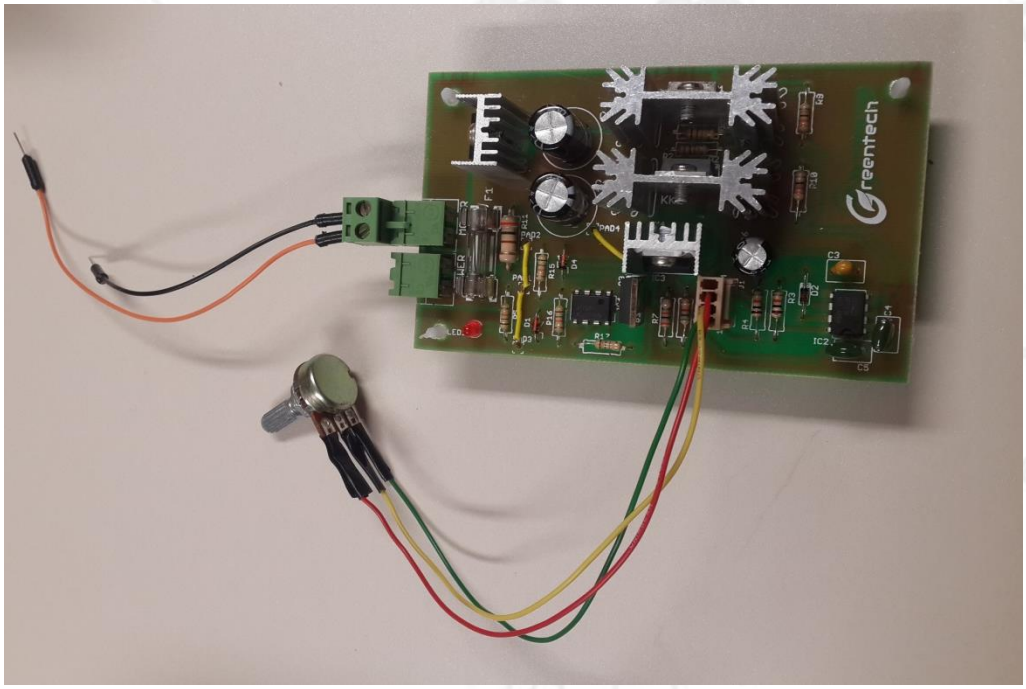
Fuente: Insumos Global, (2014)

- Controlador electrónico:

Este dispositivo controla que solo exista flujo de electricidad hacia la celda de electrólisis cuando el motor esté encendido. Además, es un controlador de tipo PWM (Pulse Width Modulation), el cual convierte la corriente directa en corriente pulsante de 100 Hz, lo cual permite elevar la eficiencia de la generación de hidrógeno al evitar el pasivamiento electroquímico de la superficie activa. Más aun, es controlado por un potenciómetro para variar la intensidad de corriente y el flujo de hidrógeno generado por la celda. Finalmente, sirve como porta fusible para prevenir la sobre carga del sistema, cortando el flujo eléctrico cuando supere los 15 amperios. Ha sido diseñado con un circuito integrado que permite detectar cuando el vehículo está prendido o apagado, de esta manera, enciende automáticamente el sistema de hidrógeno cuando el carro esté en funcionamiento.

Figura 5.3

Controlador electrónico



Elaboración Propia

- Cable 10 AWG:

Cable de 5.261mm^2 de sección transversal. Útil para las conexiones eléctricas. Compuesto por varios cables delgados, lo que permite que sea flexible. Admite hasta 30A.

Figura 5.4

Cable 10 AWG

Fuente: Google images, (2012)

- Válvula check:

Este dispositivo se conecta en la manguera que va del reservorio hacia la admisión de aire. Permite que el flujo de gases sea solo en sentido hacia la admisión de aire y no de otra manera.

Figura 5.5

Válvula check

Fuente: HHO Plus Lda., (2008)

Se debe mencionar que los productos que no sean parte de la celda de electrólisis se comprarán ya fabricados.

El sistema instalado se diagrama de la siguiente manera:

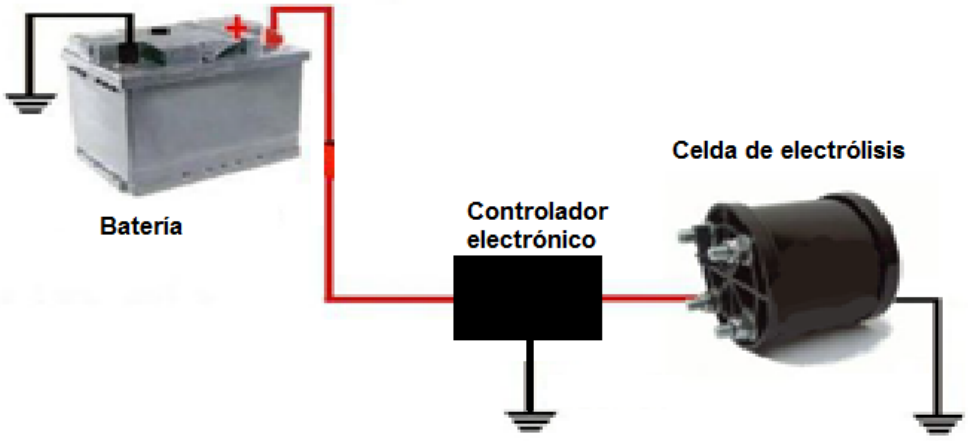
Figura 5.6

Sistema mecánico

Fuente: HHO Plus Lda., (2008)

Figura 5.7

Sistema eléctrico



Elaboración Propia

5.2 Tecnologías existentes y procesos de producción

5.2.1 Naturaleza de la tecnología requerida

5.2.1.1 Descripción de la tecnología existente

El producto a fabricar se forma a partir del corte y unión de distintas piezas de distintos materiales (plásticos, metales, etc.) y por ello se hará una breve referencia a las tecnologías existentes para el corte de los distintos materiales.

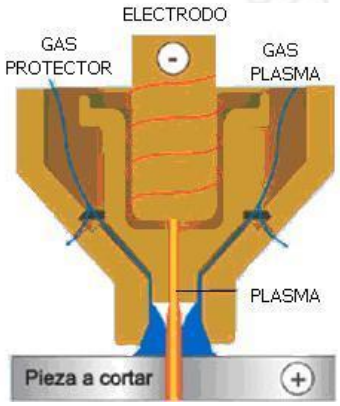
Corte de metales:

- Corte plasma

Es una técnica de corte que se efectúa mediante la creación de un arco eléctrico entre el electrodo y la pieza metálica a cortar (elemento conductor). Este arco eléctrico produce una elevada temperatura (por encima de los 20000 grados Celsius) en un punto focalizado del material llevando, al mismo tiempo, se libera un gas (gas plasma) que sirve como agente térmico para fundir y expulsar el material logrando el corte deseado. En el mercado mundial existen maquinas con distinta superficie de corte. Su ventaja son que su costo es mucho menor costo en comparación a la tecnología láser y tienen una velocidad de maquinado mucho mayor (12m/min); pero tienen una menor precisión de corte (0.2 – 0.5mm), que cuando se maquinan espesores anchos suelen aparecer rebabas y consumen una cantidad significativa de corriente eléctrica (100 – 200A) al utilizar un arco eléctrico. (Sawa enterprice Broushoure, China, 2010)

Figura 5.8

Esquema del corte plasma



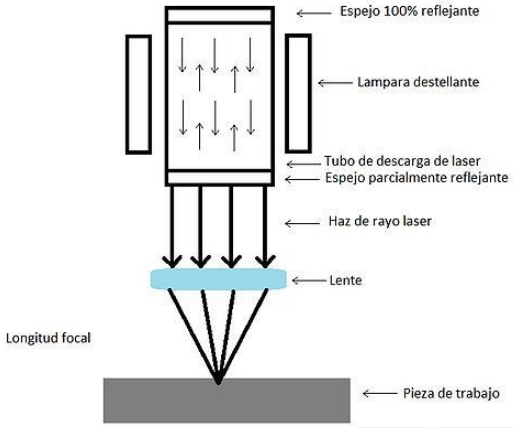
Fuente: ARTINAID, (2010)

- Corte laser

Es una técnica de corte que se caracteriza por concentrar luz en la superficie de trabajo, el cual viene acompañado por un gas a presión para evacuar el material cortado, el cual puede ser oxígeno, nitrógeno o argón. Puede maquinar espesores de hasta 6mm. Su ventaja es que utiliza poca energía eléctrica y puede maquinar materiales no conductores (máximo 5000W), tiene mayor precisión (0.1mm), pero tienen un costo muy elevado y una menor velocidad de corte (3m/min). (Sawa enterprice Broushoure, China, 2010)

Figura 5.9

Esquema del corte láser



Fuente: ARTINAID, (2010)

- Corte mecánico

Este método consiste en el prensado del metal por una máquina llamada prensa excéntrica. Además, es necesario fabricar una matriz, la cual servirá para cortar el material de una forma deseada con cada uno de los impactos del cabezal de la maquina sobre la plancha de metal.

Figura 5.10

Ilustración del corte mecánico

Fuente: Matricerías Line, (2011)

- Corte manual

  En este tipo de corte la herramienta es manipulada por un operario. Este método supone que se debe adiestrar al operario y que se está sujeto a errores humanos.

Figura 5.11

Ilustración del corte manual

Fuente: Fabricators and Manufacturers Association, (2014)

- Corte CNC

Es una técnica de control computarizado que utiliza ejes de coordenadas para ubicar y guiar al husillo de corte. Para la comunicación hombre – máquina se tiene una interfaz a través de un programa informático por el cual se introducen los planos a la máquina de corte, se programa su corte y se acciona. Este método supone la capacitación de operarios para la operación de la máquina y contar con una computadora que sea compatible con su software. Lo ventajoso es que reduce la probabilidad de errores, aumenta considerablemente la exactitud del acabado y ahorra horas hombre de trabajo.

Figura 5.12

Ilustración del corte CNC

Fuente: Fabricators and Manufacturers Association, (2014)

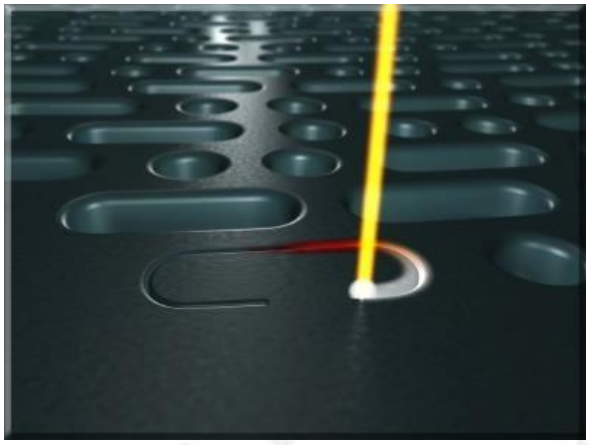
Corte de no metales:

- Corte láser

  Es una técnica de corte que se caracteriza por concentrar luz en la superficie de trabajo, el cual viene acompañado por un gas a presión para poder evacuar el material cortado, el cual es CO2. Puede maquinar cualquier material no metálico (máximo 200W), tiene una precisión de (0.1mm) y tienen su costo bajo. Su velocidad de corte es de 3m/min. (Sawa Enterprice Broushoure, China, 2010)

Figura 5.13

Ilustración del corte láser



Fuente: Plásticos Bogoan, (2013)

- Corte por prensado

  Esta técnica supone la fabricación de una matriz que tenga la forma del corte deseado. Esta matriz es usada en una prensa donde se ubica sobre el material y se aplica presión para cortarlo de la forma de la matriz. Es un método bastante económico, pero tiene una baja velocidad de producción, además de poder cortar solamente materiales que sean maleables y no rígidos.

Figura 5.14

Ilustración de la máquina de prensa hidráulica

Fuente: MPW Industriales, (2015)

- Corte manual

Este procedimiento fabril consiste en la fabricación de una matriz plana con el contorno de la pieza a fabricar, que servirá de guía para que un operario corte el material. La desventaja es la posibilidad de errores y la baja tasa de producción.

5.2.1.2 Selección de la tecnología

Para la selección de la tecnología a utilizar se tomarán en cuenta los siguientes factores:

- Velocidad de producción
- Precio
- Calidad de acabado

Además, la tecnología selecta, deberá contar con una capacidad fabril que permita cumplir con el tamaño de planta y permitir el aumento de la producción en caso que la demanda aumente.

Para este proyecto industrial, se escogieron las siguientes tecnologías:

- Corte de metales: Corte plasma CNC

  Se eligió esta tecnología ya que tiene un costo significativamente inferior al corte laser CNC de metales. Por otro lado, es cierto que cuando se maquinan metales gruesos suelen aparecer rebabas, pero cuando se cortan metales de poco espesor (como en este caso, 1mm) el maquinado tiende a ser bastante prolijo. Además, la tolerancia es apropiada, ya que no se trata de un trabajo de precisión y un error de 0.5mm es aceptable ya que no afecta en lo absoluto el funcionamiento del producto. Finalmente, es el método que ofrece la mayor velocidad de corte. Es importante mencionar también que al ser la máquina controlada por control computacional CNC, la posibilidad de errores se reduce drásticamente.

- Corte de no metales: Corte laser CNC

  Se escogió esta tecnología, ya que su precio es bajo. Además, permite maquinar sin problemas los materiales mencionados, ofreciendo una buena precisión, una velocidad de trabajo aceptable y una baja probabilidad de error al ser gobernada por software computarizado CNC.

5.2.2 Proceso de producción

5.2.2.1 Descripción del proceso

El proceso empieza con la recepción de la materia prima y partes del sistema mecánico y eléctrico. Estas son entregadas al almacén de materias primas por el proveedor. Las materias primas son: Planchas de 1.5m x 1m x 1cm de acrílico transparente, planchas de 1m x 2m de caucho de 3mm de espesor, planchas de Acero inoxidable de calidad 316L de 3m x 1.5m de 1mm de espesor, pernos esparrago de 1/8” de diámetro y 100cm de longitud, tuercas de 1/8” de diámetro y las cajas que cumplen la función de contenedor del producto.

Para iniciar el proceso productivo, se debe maquinar las distintas planchas de distintos materiales. La plancha de acero es cortada por corte plasma CNC en piezas que serán los electrodos de la celda. Estos deben ser lijados por ambas caras para aumentar su superficie de contacto.

Paralelamente, las planchas de caucho son cortadas en empaquetaduras por otra máquina CNC a laser. Esta máquina también es utilizada para cortar las planchas de acrílico

en pedazos más pequeños respetando las especificaciones dadas, los cuales serán las tapas de las celdas. Acto seguido, se debe realizar la rosca a los agujeros centrales de las tapas.

Por otra parte, el perno esparrago de 100cm debe ser tronzado en piezas de 10cm de longitud.

Una vez que todos los productos han sido maquinados, cada uno debe de pasar por un control de calidad para asegurar que las medidas asean las correctas y pasar al ensamble.

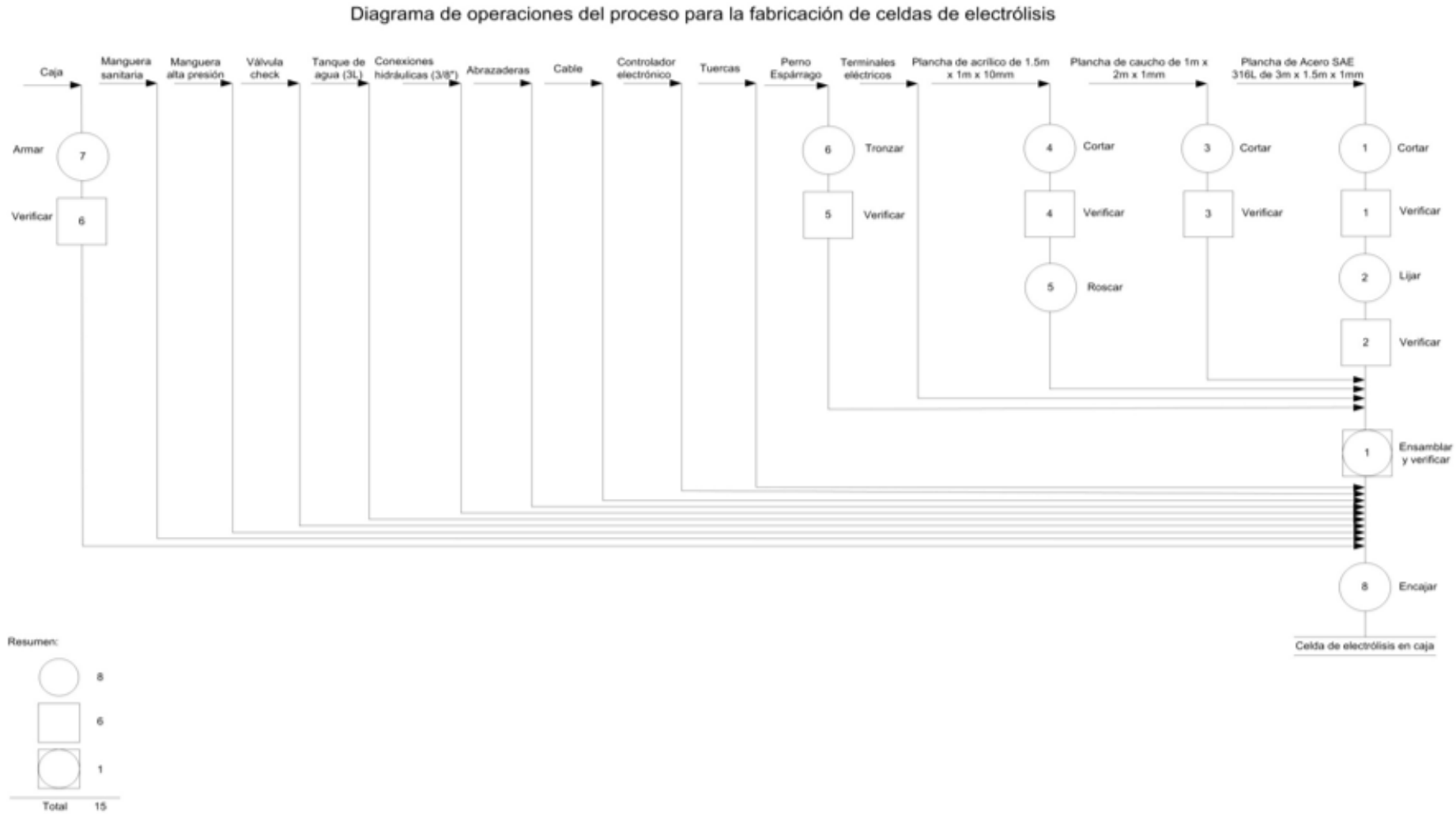
Las piezas son acomodadas en el orden que se detalla en las especificaciones técnicas y se aseguran con los pernos y tuercas para dar como producto finalizado a la celda de electrólisis.

Por último las celdas de electrólisis se encajan junto con las partes del sistema mecánico y eléctrico y se guardan en el almacén.

5.2.2.2 Diagrama de proceso: DOP

Figura 5.15

Diagrama de operaciones

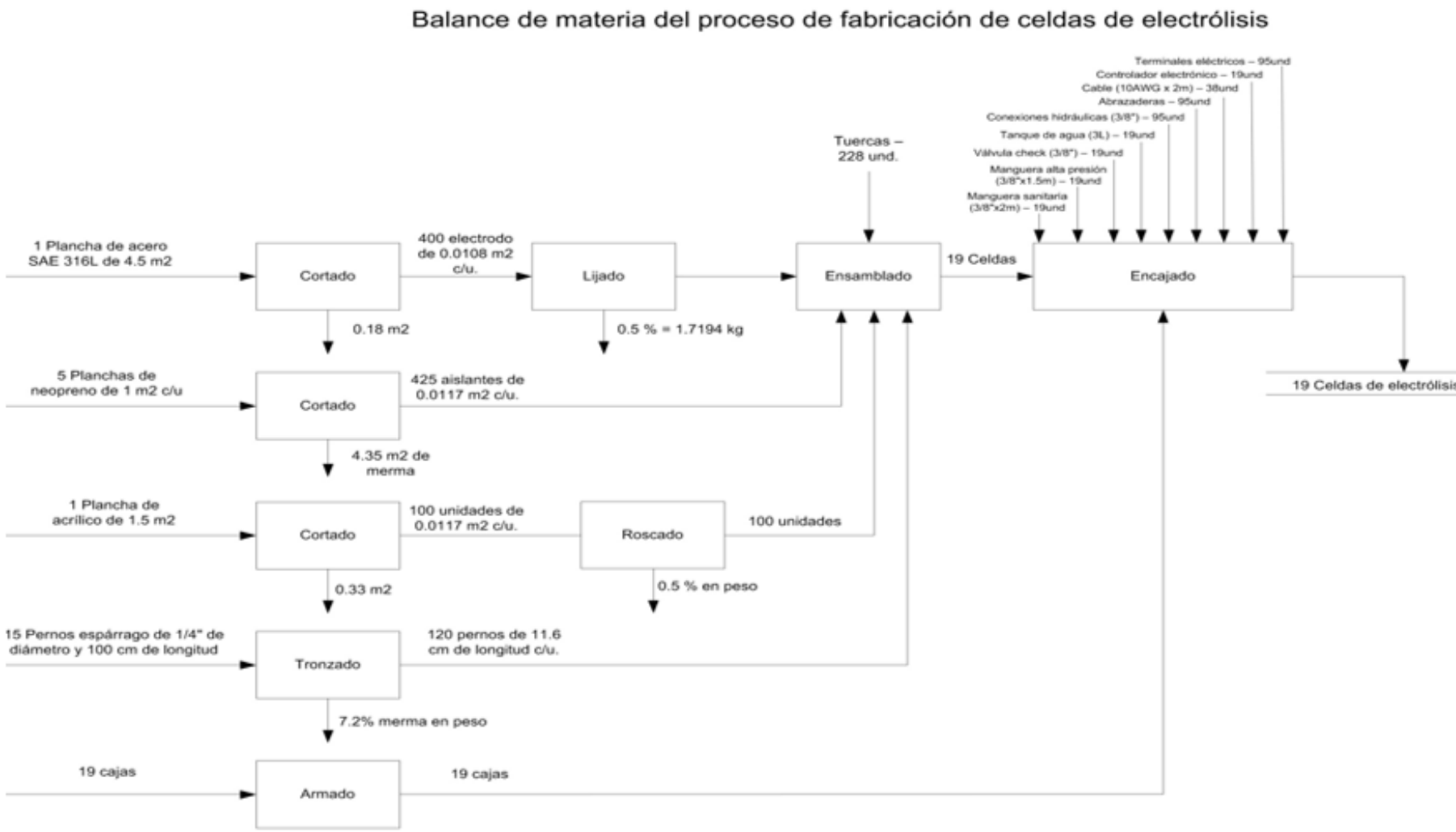


Elaboración propia

5.2.2.3 Balance de materia: Diagrama de bloques

Figura 5.16

Diagrama de bloques



Elaboración propia

5.3 Características de las instalaciones y equipo

5.3.1 Selección de la maquinaria y equipo

Se seleccionaron dos (02) máquinas para elaborar el proceso de corte. La primera máquina utiliza la tecnología láser siendo el modelo SW-200HZ fabricada por la compañía "LINHAN SCIENCE & TECHNOLOGY".

Figura 5.17

Máquina de corte a láser modelo SW-200HZ fabricada por la compañía "LINHAN SCIENCE & TECHNOLOGY"

Fuente: lh-kj Corp, (2012)

La segunda máquina seleccionada utiliza la tecnología por corte plasma siendo el modelo SW-1530S fabricada por la compañía “LINHAN SCIENCE & TECHNOLOGY”.

Figura 5.18

Máquina de corte plasma modelo SW-1530S fabricada por la compañía “LINHAN SCIENCE & TECHNOLOGY”

Fuente: lh-kj Corp, (2012)

Ambas máquinas fueron seleccionadas debido a que su precio en el mercado es competitivo y sus consumos de energía son moderados, lo cual significaría un ahorro significativo.

5.3.2 Especificaciones de la maquinaria

- **Máquina de corte a láser modelo SW-200HZ fabricada por la compañía "LINHAN SCIENCE & TECHNOLOGY"**

Tabla 5.2

Características de la máquina de corte láser modelo SW-200HZ

Características
La luz roja puede comprobar rápido y automáticamente el punto de soldadura, la observación directa a través de la CCD o alterar microscopio.
De acuerdo a sus necesidades para cambiar la mesa de trabajo para cumplir con los diferentes tipos de letras.
Procesamiento de la velocidad rápida probando rápidamente el punto de soldadura por enfoque automático sin CCD ni microscopio.
Distorsión temperatura pequeña y efecto termomecánico.
También se puede utilizar para el tratamiento térmico local de las cartas de los metales.
Componentes del patrón esta diseñados para estructuras complicadas y pequeñas palabras.
No emite ruido, tampoco contaminación.
Con la varilla de posicionamiento superfino interior, el punto de luz no tiene que ajustar sus posiciones en los puntos de inflexión de los caracteres.
Debido a la habilidad de procesamiento de avanzada, mejora considerablemente la calidad de las letras en los metales.

Fuente: lh-kj Corp, (2012)

Tabla 5.3

Especificaciones técnicas de la máquina de corte láser modelo SW-200HZ

Modelo	**SW-200HZ**
Partes mecánicas	Banco óptico intervalo de extensión de 750 mm, giratorio 90 ° C.
X, Y, Z Proceso de Trabajo	750x1000 mm
Límite Soporte giratorio	≤ 200kgs
Voltaje de alimentación	220V ± 10% / 50/60Hz o 380V ± 10% / 50/60Hz
Láser Nd Modelo	YAG Lámpara impulsiva
Rango de Ajuste del Margen	0.1 ~ 0.3MM
Rango de Gama	0.2 ~ 3.0MM
Longitud de onda del láser	1064 MM
Ancho de pulso	≤ 15M / S
Potencia máxima	200W
Frecuencia de impulsos	≤ 15 Hz
Enfoque de salida de láser	110MM/150MM (Opcional)
Sistema de refrigeración	Refrigeración por agua
Sistema de Observación	CCD o Microscopio
Proceso Vertical	300MM
Proceso Horizontal	200MM

Fuente: lh-kj Corp, (2012)

- **Máquina de corte plasma modelo SW-1530S fabricada por la compañía "LINHAN SCIENCE & TECHNOLOGY"**

Tabla 5.4

Características de la máquina de corte plasma modelo SW-1530S

Características
Diseño estructural adoptado único de pórtico de acero que tiene las características de una fuerte rigidez, bajo peso y baja inercia.
Importada TBI carril de guía linear original del eje X, Y, en el eje de Z utiliza la alta precisión original de transmisión de tornillo de la bola de TBI, para asegurar conseguir el nivel de liderazgo total en la precisión de corte.
Sistema de control aplicado de alto nivel industrial, de fácil aprendizaje y operación.
Encendido automático y sistema de control de altura de antorcha hecha en Beijing, libres de ajuste de corte dependiendo de la posición de los materiales, los cuales mantienen la antorcha de corte constante y la distancia de placa, lo que asegura el éxito
Con la estructura avanzada de la cama torno industrial, asegurara la rigidez de acero y sin distorsión.
X, el eje Y adopta el doble - transmisión servo motor y el accionamiento, para asegurar constantemente el funcionando sin problemas.
Modo USB interfaz del controlador, operación simplificada y fácil aprendizaje.
Fuente maestra de alimentación EE.UU. 120A CUT plasma importado , (opcional EE.UU. HYPERTERMS o hecho en China) , el espesor de corte máxima es de 30 mm , tales como acero al carbono y otros metales , etc.
Sistema adoptado avanzado de módulo óptico y señal escudo anti-interferencia, para asegurar la transmisión constante durante el corte.
Material: Placa de aluminio, zinc Placa, placa de titanio, placa de acero al carbono y otros metales, etc. Múltiples aplicaciones.

Fuente: lh-kj Corp, (2012)

Tabla 5.5

Especificaciones técnicas de la máquina de corte plasma modelo SW-1530S

Modelo	SW-1530S
Dimensiones de la máquina	2050x3600x1300 mm
Área de trabajo	1500x3000 mm
Espesor	(40A) de 0.5-10mm
	(120A) 3-25mm
Velocidad de corte	0-12m/min
Velocidad de regreso (vacío)	0-50m/min
Potencia	0.8kW-10.5kW
Voltaje de entrada	380 V (trifásica)
Frecuencia de red	50 HZ
Corriente de plasma	40-120A
Formato de archivo	USB o un ordenador
Tipo de trabajo	Sin contacto de arco

Fuente: lh-kj Corp, (2012)

5.4 Capacidad instalada

5.4.1 Cálculo de la capacidad instalada

La capacidad instalada de una planta representa el ritmo potencial máximo de producción en un lapso de tiempo determinado. Esto se ve afectado por los recursos fabriles disponibles como las máquinas, operarios, conocimientos, etc. Lo usual es que en la práctica no se utilice la total capacidad instalada, ya que debe existir un margen que permita responder a incrementos en la demanda del mercado. Dentro de todos los recursos existe uno que limitará la producción, este es el que menor tasa de producción, a este se le denomina "cuello de botella".

Dentro de esta línea fabril, el proceso de ensamble es el más lento, ya que tiene una velocidad de una celda cada 20 minutos en promedio. Con fines prácticos se va a asumir una eficiencia del 80% (no se considera utilización ya que se trata de un proceso manual). Además, se trabajarán 8 horas al día, un turno por día, 5 días a la semana, 52 semanas al año. Conociendo este tiempo y los demás datos, se puede calcular la capacidad instalada:

$$Capacidad\ instalada = 3\ operarios\ x \frac{1\ celdas/operario}{20\ min} x \frac{60\ min}{hora} x \frac{8\ horas}{turno} x \frac{1\ turnos}{día} x \frac{5\ días}{semana} x \frac{52\ semana}{año}\ x\ 0.8 = 18720 \frac{celdas}{año}$$

Se debe concluir que la capacidad instalada es de 18,720 celdas de electrólisis.

5.4.2 Cálculo detallado del número de máquinas requeridas

La cantidad de máquinas requerida depende de la demanda de producción que se necesite en el lapso de un año para cada máquina, el tiempo estándar que involucra la fabricación de una unidad, la eficiencia de la máquina, su factor de utilización y determinación del régimen de turnos de trabajo y política laboral de la empresa. Matemáticamente, el número de máquinas se expresa de la siguiente manera:

$$Número\ de\ máquinas = \frac{Producción\ requerida\ x\ Tiempo\ estándar}{Factor\ de\ utilización\ x\ Factor\ de\ eficiencia\ x\ Horas\ reales}$$

En la siguiente tabla se detalla el cálculo del número de máquinas:

Tabla 5.6

Cálculo de número de máquinas

Máquina	Producción requerida	Tiempo estándar (h/celda)	U	E	Horas/ turno	Días/ semana	Semanas/ año	Número teórico de máquinas	Número real de máquinas
Corte laser CNC	4492	0.0325	1	1	8	5	52	0.0701875	1
Corte plasma CNC	4492	0.004375	1	1	8	5	52	0.0094483	1

Elaboración Propia

5.5 Resguardo de la calidad

5.5.1 Calidad de la materia prima, de los insumos, del proceso y del producto

Calidad de la materia prima

La calidad de la materia prima es un factor clave para el éxito del producto, por ello se deben de determinar procedimientos para asegurar la composición y propiedades de las distintas materias primas. Los procedimientos según tipo de materiales es el siguiente:

- Metales:

En el diseño del producto se determinó que estos debían de ser inoxidable, ya que van a ser sometidos a soluciones altamente corrosivas. Por ello el control de calidad se efectuará tomando una muestra de 1cm de longitud de cada parte metálica y sometiéndola a una prueba de ácidos estándar para aceros inoxidables. Si estas piezas muestran signo de haberse corroído (se tornan de color negro), es porque no cumple las especificaciones determinadas y por consiguiente no han pasado el control. Caso contrario, son materiales aptos para el ensamble.

- No metales:

En el caso de los plásticos, las principales características a controlar son al resistividad eléctrica y la resistencia mecánica. Para ello, se comprará una muestra de cada proveedor y se tercerizará las pruebas al laboratorio de materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería para que emita un reporte técnico y así poder escoger el producto de mejor calidad. Más aun, se exigirá a los proveedores contar con estudios y certificaciones de su producto.

- Calidad del proceso:

Se debe recalcar de que debe haber un control por inspecciones de las dimensiones de las piezas cortadas para asegurar que los cortes realizados por las máquinas CNC esté bien calibrado y produciendo piezas según las especificaciones técnicas. Se realizará una inspección de previa al corte, ordenando a la máquina a que recorra el espacio físico por donde cortará la primera pieza.

Esta inspección será cualitativa. Luego, cada vez que una plancha haya sido terminada de cortar, se debe tomar una muestra para determinar si las dimensiones del corte fueron las correctas.

Con respecto al ensamble, se deben realizar inspecciones visuales a todas las celdas para determinar si se han incluido todas las piezas a unir. Para apoyar este proceso se podría aplicar graficas de control que controlen el peso de las celdas (la ausencia de un elemento repercutirá en el peso del elemento).

Además, se buscará implantar las siguientes filosofías de trabajo:

- Las 5S:

  Clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y disciplina.
- Poka Yoke:

  Es un mecanismo que ayuda a prevenir los errores antes de que sucedan, o los hace que sean muy obvios para que el trabajador se dé cuenta y lo corrija a tiempo. Busca desarrollar una cultura basada en "cero errores".
- Six Sigma:

  Filosofía de mejoramiento, que utiliza el mejor talento humano así como herramientas estadísticas para incorporar la voz del cliente en los procesos del negocio, de forma tal que los compradores de concentrado incrementen su satisfacción debido a un mayor valor añadido.
- Metodología de los 7 pasos para la mejora continua:

  Es un ciclo de proceso a aplicar para definir problemas que impacten la productividad y profundizarse en ellos de manera que se encuentren soluciones propicias que permitan garantizar que no se repita en el futuro.

Figura 5.19

Método de los 7 pasos

Elaboración Propia

- SEDAC:

Permite hacer mejoras en los procesos en el día a día, con el uso de un tablero visible para todos en la planta, y la aplicación de los 7 pasos en proyectos de corta duración, trabajando simultáneamente el análisis de problemas y acciones de mejora directamente sobre el diagrama causa-efecto y observando a la vez su efecto en el indicador.

- Calidad del producto

Para controlar la calidad de las celdas de electrólisis, se debe medir su eficiencia. Para realizar dicha medición, se analizará una celda por cada plancha de acero cortada (1 de cada 50), para ello se debe montar la celda junto al sistema mecánico y eléctrico para poder hacer generar gas oxhídrico. Se debe rellenar el sistema con agua destilada con hidróxido de potasio disuelto en una proporción de 3% en peso, luego se debe alimentar la celda con una fuente de 13.6V y debe producir 0.5 litros por minuto o más para poder afirmar que es una celda que cumple las especificaciones. Para llevar un control más idóneo, se debe utilizar graficas de control.

5.5.2 Medidas de resguardo de la calidad en la producción

Para resguardar la calidad del producto, este debe ser guardado en una caja en un ambiente seguro de almacenamiento libre de polvo. Debido a las características de los materiales escogidos, el producto resiste condiciones de alta humedad y temperatura (tomando en cuenta de que ha sido diseñado para ser instalado cerca al motor del carro), por lo que aun en condiciones malas de almacenamiento, las propiedades técnicas del producto se van a mantener, tan solo se vería afectada las características estéticas del mismo.

5.6 Estudio de impacto ambiental

La responsabilidad del diseño de un proyecto industrial no solo recae en la adecuada selección tecnológica o en un planeamiento financiero correcto, sino, también el impacto en la ecología y medio ambiente es un factor clave para el desarrollo de cualquier negocio en el ámbito actual dentro del territorio del Perú. Más aun, existen regulaciones y entidades encargadas de velar por el medio ambiente, esto es una motivación extra para que una empresa se encuentre en

armonía con su entorno. Las empresas que logren un funcionamiento ecológicamente amigable, contarán con una ventaja competitiva en el mercado, y estarán lejos de causar daños que a largo plazo sean irreversibles.

Para empezar el análisis se debe considerar los requisitos legales y las normativas o procedimientos que debe cumplir cualquier industria, en este caso se trata de un certificado o permiso ambiental otorgado por el estado. Este permiso varía con respecto a la categoría de impacto ambiental que el proceso industrial genere. En la tabla se muestran las categorías en mención.

Tabla 5.7

Requisitos legales por categoría de impacto ambiental

Categoría	Tipo de impacto ambiental	Documento exigido
I	Impacto negativo poco significativo	Declaración de Impacto Ambiental
II	Impacto negativo moderado y susceptible a ser minimizado mediante medidas fácilmente aplicables	Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado (EIA-sd)
III	Impacto negativo significativo cuantitativa o cualitativamente	Estudio de impacto Ambiental Detallado (EIA-d)

Fuente: Diaz, B.; Jarufe, B; Noriega, M.T., (2007)

Este proyecto tan solo genera como merma pequeños retazos plásticos y metálicos además de breves humos propios de los cortes anteriormente descritos. Debido a esto, el proyecto caería dentro de la calificación de “Categoría I” y el único requisito sería la “Declaración de Impacto Ambiental”.

5.7 Seguridad y salud ocupacional

Los recursos humanos son claves para el desenvolvimiento de esta industria, y más aún, la vida humana debe ser respetada y protegida en toda situación, es por ello que la seguridad y salud en el trabajo son claves para este proyecto, y en general para cualquier proyecto industrial. Más aun, se debe cumplir el marco legar estipulado en la lay de seguridad y salud en el trabajo N 29783.

Con fines prácticos, se recomienda implantar un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo (SGSST) siguiendo los lineamientos de las siguientes normas internacionales:

- OHSAS 18001: Especifica los requisitos que el SGSST deberá cumplir para que pueda controlar y prevenir los riesgos.
- OHSAS 18002: Orienta sobre la implementación de la norma OHSAS 18002

- Organización general del SGSST

La política de seguridad y salud debe seguir como lineamientos principales los siguientes objetivos:

- Cumplimiento obligatorio de las normas de seguridad y salud en el trabajo.
- Protección integral de todas las personas que trabajen dentro de las instalaciones.
- Buscar la mejora continua del desempeño del SGSST.
- Procurar la integración del SGSST con los demás sistemas de gestión.
- Formar y mantener un comité de SGSST cuyas actividades serán:
    - Elaborar planes de capacitación, reglamentos, protocolos de auditorías, entre otras cosas.
    - Velar por el cumplimiento de las normas, procedimientos y controles del SGSST, adoptando acciones correctivas o preventivas.
    - Registrar sucesos como accidentes e incidentes o enfermedades.
    - Crear brigadas para combatir ciertas contingencias como incendios, primeros auxilios, entre otras.
- El reglamento interno de SST debe considerar la siguiente información:
    - Objetivos y alcance.
    - Política de seguridad y salud en el trabajo.
    - Manual de funciones y obligaciones de todos los trabajadores.
    - Estándares de seguridad y salud en las operaciones, y control de peligros existentes y riesgos evaluados.
    - Preparación y respuesta a emergencias.

- Análisis de riesgos

Con el objetivo de mapear los riesgos y poder tener un vasto conocimiento sobre los posibles peligros presentes dentro de este proyecto industrial, se procedió a elaborar la siguiente lisa donde se analizan los riesgos.

Tabla 5.8

Análisis de riesgos para el proyecto

Riesgo	Operaciones	Causas	Consecuencias	Medidas preventivas
Electrocución	Corte (láser y plasma)	Contacto con terminal energizado. Falla en puesta a tierra	Lesión física, quemaduras, falla cardiaca, muerte.	Revisión periódica de puesta a tierra y utilización de botas y guantes aislantes
Quemadura	Corte (plasma)	Exposición a escoria contacto con material recién cortado	Lesión física, quemadura	Implementar barreras aparta – cuerpo y utilizar guantes aislantes
Corte	Corte (laser) y Ensamble	Contacto con bordes filosos, contacto con haz de corte	Sangrado, lesión física	Utilización de guantes
Deterioro de ojos	Corte (laser y plasma)	Exposición a radiación	Pérdida parcial de visión	Implementación de barreras UV en cobertura de maquina Utilización de lentes con protección UV a la hora de inspeccionar operación de corte

Elaboración Propia

5.8 Sistema de mantenimiento

La actividad de mantenimiento dentro del ámbito industrial tiene como fin mantener las capacidades y características de la maquinaria fabril y la seguridad de las instalaciones, para que la operación y el desarrollo productivo se desenvuelvan de la manera más adecuada. Para ello, es importante ubicar defectos, reemplazar partes y prevenir fallas. La gestión del mantenimiento

propiamente dicha para este proyecto se encargará de planificar, organizar, dirigir y controlar las actividades necesarias para obtener y conservar un apropiado costo de ciclo de vida de los activos del proyecto tratando de asegurar la competitividad de la empresa para lograr los objetivos fabriles y estratégicos que se planteen a lo largo del proyecto. Con respecto a la toma de decisiones en la administración del mantenimiento, es importante analizar el punto óptimo en el cual la inversión en mantenimiento genera la mayor rentabilidad, y los costos sean menores que los beneficios obtenidos. Debido a que la instalación industrial no es tan vasta sólo se contará con una cuadrilla de mantenimiento correctivo y reactivo.

Tabla 5.9

Cuadrillas de mantenimiento correctivo y reactivo

Cuadrilla	Responsabilidades	Mantenimiento correctivo y reactivo
Mantenimiento general	Maquinaria, instalaciones eléctricas e instalaciones sanitarias	Reparaciones de averías y fallas Ajustes y calibraciones

Elaboración Propia

- Mantenimiento preventivo

Este incluye todos los esfuerzos dirigidos a prevenir la ocurrencia de fallas en los equipos, por ejemplo: lubricación, ajustes, calibración, nivelación, sustitución de piezas y repuestos e inspecciones.

Tabla 5.10

Procedimiento de implementación de mantenimiento preventivo

Actividades requeridas para implementar un sistema de mantenimiento
Elaborar un plan de mantenimiento
Motivar y comprometer al personal
Determinar requerimientos de mantenimiento
Diseñar sistema de documentación
Crear registro de paralizaciones
Prever recursos necesarios
Realizar “Overhauling” cuando sea necesario
Seleccionar y capacitar inspectores
Establecer procedimientos de determinación de averías
Proyectar descenso de productividad
Prever seguimiento y evaluación del programa

Elaboración Propia

Luego de la implementación del mantenimiento preventivo de deberá desarrollar la programación de actividades de inspección en cada máquina, componente, repuestos e instalaciones a través de las siguientes acciones:

- Determinar los indicadores de disponibilidad, fiabilidad, tasa de fallos (ƛ), tiempo medio entre fallas (MTBF), mantenibilidad (M), tiempo medio de reparación (MTTR) y costos de mantenimiento.
- Establecer hoja de control de inspección (tarjeta de inspección).
- Determinar tiempo de inspección.
- Fijar carga de trabajo.
- Elaborar programa de inspección.
- Ejecutar programación.
- Realizar seguimiento.

- Mantenimiento proactivo

Las máquinas de corte escogidas para la manufactura, láser y plasma CNC, pueden ir viendo afectado su funcionamiento debido a la contaminación o ensuciamiento del husillo de corte, efecto que atenta contra la calidad de corte y eficiencia de la máquina. Es por esta razón que también se recomienda la implantación de una política de mantenimiento proactivo, en la cual los propios operarios, luego de operar la máquina correspondiente, le realizan un breve mantenimiento con el propósito de evitar que la contaminación de los lentes afecte la calidad y productividad de la manufactura.

Figura 5.20
Limpieza de husillo de corte láser

Fuente: Blog corte y grabado, (2013)

5.9 Programa de producción para la vida útil del proyecto

5.9.1 Consideraciones sobre la vida útil del proyecto

Se ha determinado que la vida útil del proyecto es de 5 años. En este caso, la proyección del tiempo de vida del proyecto se estimó por una perspectiva tecnológica, ya que la tecnología que se va a manufacturar funciona para la tecnología automotriz actual, pero el futuro tecnológico (utilización masiva de carros eléctricos o híbridos, etc) en un horizonte mayor a 5 años es difícil de predecir y por ende la validez futura de la tecnología en mención.

5.9.2 Programa de producción para la vida útil del proyecto

Durante estos años de funcionamiento fabril la producción anual será determinada por la demanda anual proyectada.

Tabla 5.11

Plan de producción del proyecto

Item	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Celdas de electrólisis	13,790	14,452	15,146	15,873	16,643

Elaboración Propia

Se debe mencionar también que la producción será por lotes (batch). El planeamiento y control productivo presentará un rol fundamental para que la operatividad industrial no presente ningún inconveniente a la hora de responder frente a las demandas del mercado, de tal manera que los requerimientos de materiales estén correctamente diseñados, respetando las especificaciones del producto.

5.10 Requerimiento de insumos, personal y servicios

5.10.1 Materia prima, insumos y otros materiales

Este proyecto busca dar un alto valor agregado a los materiales que serán procesados para que formen los sistemas de hidrógeno vehicular, en tal sentido, es necesario calcular los requerimientos para poder abastecer la producción en el tiempo de vida del proyecto. Estos cálculos se obtuvieron multiplicando la cantidad de unidades a fabricar por año por el valor respectivo para cada material descrito en el “Bill of Materials” anteriormente.

Tabla 5.12

Plan de requerimiento de materia prima

Ítem	Unidad	Cantidad por celda	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Esparrago inoxidable (1/4")	metro	0.7	9,653	10,116	10,602	11,111	11,650
Tuercas de acero inoxidable (1/4")	unid.	12.0	165,480	173,424	181,752	190,476	199,716
Electrodo de Acero SAE 316L (1mm)	unid.	21.0	289,590	303,492	318,066	333,333	349,503
Aislante de neopreno	unid.	22.0	303,380	317,944	333,212	349,206	366,146
Tapa de acrílico	unid	2.0	27,580	28,904	30,292	31,746	33,286

Elaboración Propia

Además, se deberán comprar los demás insumos que se deberán adicionar a la celda de electrólisis para formar el sistema de hidrógeno vehicular.

Tabla 5.13

Plan de requerimiento de insumos directos

Ítem	Unidad	Cantidad por sistema	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Manguera sanitaria (3/8")	metro	2	27,580	28,904	30,292	31,746	33,286
Manguera de alta presión (3/8")	metro	1.5	20,685	21,678	22,719	23,810	24,965
Válvula check (3/8")	unid.	1	13,790	14,452	15,146	15,873	16,643
Tanque de Agua (3L)	unid.	1	13,790	14,452	15,146	15,873	16,643
Conexiones	unid.	5	68,950	72,260	75,730	79,365	83,215
Abrazaderas	unid.	5	68,950	72,260	75,730	79,365	83,215
Cables	metro	2	27,580	28,904	30,292	31,746	33,286
Controlador electrónico	unid.	1	13,790	14,452	15,146	15,873	16,643
Terminales	unid.	5	68,950	72,260	75,730	79,365	83,215

Elaboración Propia

5.10.2 Servicios: energía eléctrica, agua, vapor, combustible, etc.

En este proyecto la única fuente de energía utilizada será la eléctrica. Para poder proyectar el consumo eléctrico, se multiplicó la potencia del activo utilizado por el tiempo del periodo de uso, de tal modo que se expresará en kilowatts hora. La siguiente tabla representa dicho pronóstico:

Tabla 5.14

Consumo de electricidad

Año	1	2	3	4	5
KW-h	51,220.66	53,679.55	56,257.29	58,957.61	61,817.65

Elaboración Propia

Con respecto al consumo de agua, se presume que su uso será en baja cantidades, ya que básicamente se utilizará en el aseo de los trabajadores y la limpieza de la fábrica ya que el proceso fabril no requiere de este insumo.

5.10.3 Determinación del número de operarios y trabajadores indirectos

Para la operación de este proceso fabril, se necesitan operarios que realicen las operaciones manuales y que programen las máquinas CNC. A continuación se detallan los cálculos respectivos para determinar la cantidad de operarios por actividad.

Tabla 5.15

Cálculo del número de operarios

Proceso	Tamaño de producción requerido (celdas)	Tiempo estándar (h/celda)	Horas/ turno	Turnos /día	Días/ semana	Semanas /año	Eficiencia	Número teórico de Operarios requeridos	Número real de operarios requeridos
Ensamble	16,643.00	0.33	8	1	5	52	0.8	2.11	3
Lijado	16,643.00	0.15	8	1	5	52	0.8	0.96	1
Roscado	16,643.00	0.08	8	1	5	52	0.8	0.53	1
Encajado	16,643.00	0.02	8	1	5	52	0.8	0.11	1
Cortado	16,643.00	0.02	8	1	5	52	0.8	0.11	1
Programación de máquina de corte	-	4.03	8	1	5	52	0.8	0.00155	1

Elaboración Propia

Se puede determinar que se requerirá de tres operarios de ensamble (siendo esta la operación cuello de botella. Mientras que solo se requerirá de un solo trabajador para realizar las operaciones de lijado, roscado, encajado, cortado y programación de máquinas de corte CNC. No se ha optado por tener un operario por cada actividad que no sea el ensamble, ya que representaría un exceso de tiempo ocioso por los trabajadores.

Además de la mano de obra directa, se debe tomar en cuenta los recursos humanos indirectos necesarios. En la siguiente tabla se detallan los recursos humanos necesarios que laborarán en planta.

Tabla 5.16

Mano de obra directa e indirecta para la planta

	Personal de Planta	**Cantidad requerida por turno**	**Número de turnos por día**	**Cantidad total requerida**	**TOTAL**
Mano de obra directa	Operarios de ensamble	3	1	3	4
	Operarios lijado, roscado, encajado y cortado	1	1	1	
Mano de obra indirecta	Gerente de operaciones	1	1	1	3
	Supervisor de operaciones	1	1	1	
	Técnico de mantenimiento	1	1	1	
	TOTAL	**7**	**-**	**7**	**7**

Elaboración Propia

En la siguiente tabla se detallan los recursos humanos necesarios que laborarán en el área administrativa.

Tabla 5.17

Trabajadores administrativos requeridos para el proyecto

Personal administrativo	Número de turnos al día	Cantidad requerida
Gerente general	1	1
Gerente comercial	1	1
Jefe de Contabilidad y Finanzas	1	1
Jefe de recursos humanos	1	1
Asistentes	1	3
Secretarias	1	1
Vendedores	1	3
TOTAL	**-**	**11**

Elaboración Propia

5.10.4 Servicios de terceros

- Telecomunicaciones

Se debe contar con los servicios de telefonía e internet para poder comunicarse interna y externamente. Se deberá contar con anexos, correo electrónico para el personal administrativo.

- Electricidad

Este servicio servirá para energizar la maquinaria y todos los activos que necesiten suministro eléctrico, al igual que la iluminación de la planta.

- Seguridad

La vigilancia de la maquinaria, instalaciones y, en general, los activos de la empresa será también tercerizada. Este servicio será crucial para evitar pérdidas económicas o disminuciones en la productividad debido a contingencias como robos, asaltos, saqueos, enfrentamientos u otros. Se debe contar con personal calificado en seguridad, al igual que cámaras de video vigilancia.

- Salud

Es de suma importancia contar con personal capacitado para atender emergencias y realizar exámenes médicos periódicos en el personal para asegurar la salud de los trabajadores.

- Transporte

El traslado de los sistemas de hidrógeno vehicular se deberá transportar a los distintos puntos de distribución. Esta actividad será realizada por una empresa logística. Para proteger la integridad del producto, se recomienda que este se realice en un vehículo de cubierta tapada, para evitar exponerlo a la intemperie.

5.11 Características físicas del proyecto

5.11.1 Factor edificio

Si se busca lograr una apropiada distribución de áreas en una planta es necesario estudiar la edificación para que la infraestructura contribuya al aumento de la productividad de los procesos o en todo caso no represente una interferencia o estorbo que límite las operaciones. Se debe considerar el tipo de suelo, la construcción de los niveles y material de los pisos dentro de la planta, el material de construcción de paredes, las vías de circulación para trabajadores y medios de acarreo, vías de acceso y salida, techo y su altura y anclaje de maquinaria.

- Tipos de suelo

Si bien se debe contar con un local que posea una edificación de dos niveles que tenga una buena cimentación para que de esta manera pueda soportar altos niveles de peso que será ejercido por la maquinaria. Afortunadamente, el área donde va a construirse la planta, presenta un tipo de suelo adecuado para las condiciones mencionadas

- Niveles, pisos y paredes de la planta

En relación al piso de la planta deberá ser llano y duro para soportar altos niveles de cargas. Para el área de producción y patio de maniobras el piso debe ser de concreto armado ya

que este material es el de mayor resistencia a fuerzas mecánicas. Por otro lado, el área administrativa y de servicios puede tener piso de cemento o concreto simple. En vista de que las paredes no soportan mayores cargas que las del techo, pueden ser hechas de madera delgada, polipropileno más fibra de madera o concreto.

- El techo y su altura

La presencia de un techo es necesaria debido a las lluvias que puede haber en temporadas de invierno. Este debe ser de un material impermeable y liviano al mismo tiempo. Un buen material son las calaminas que brindan un techo resistente, anticombustible, liviano y a bajo costo. Este debe estar a una altura de 6 metros con respecto al piso.

- Vías de circulación

Estas vías son usadas por trabajadores y medio de acarreo móviles dentro de la planta. Estas vías deben ser combinadas, es decir, serán usadas para carretillas, trabajadores y de pequeños montacargas. Considerando el ancho de las carretillas y la cantidad de trabajadores se acordó diseñar todas las vías de circulación con 4m de ancho.

5.11.2 Factor servicio

- Servicios relativos al personal

Incluye todos los servicios e instalaciones orientadas a satisfacer necesidades de los trabajadores.

- Instalaciones sanitarias

Son instalaciones indispensables que deben incluir duchas, inodoros, lavamanos y vestuario. Asimismo, se debe equipar con espejos, toalleros, jabones líquidos, papel higiénico, basureros y lockers individuales. Se calcula que el número de trabajadores estará dentro de un rango entre 8 y 12, por tal motivo, por recomendaciones de la OSHA se instalará 1 baño con 2 inodoros, 2 duchas, 2 urinarios, 1 lavamanos con 2 dispensadores de agua y tantos lockers como trabajadores hayan. Este baño es solo para planta. Adicionalmente, habrá un baño individual en la zona de patio de maniobras para ser usado por trabajadores de esa área, personal de seguridad, transportistas y proveedores que visiten la planta. En la zona administrativa, que cuenta con un

rango entre 5 – 10 trabajadores, se decidió instalar un baño similar al de planta, pero sin duchas y en vez de 1 lavamanos con 2 caños instalar dos individuales más formales.

- Servicios de alimentación

Este servicio es muy importante y corre a cuenta de la empresa. La comida será comprada a un proveedor local. El comedor será usado por trabajadores de planta en un turno y oficina en un segundo turno. Por lo tanto, el área será diseñada para atender como máximo 20 personas a la misma vez. Esta holgura permite atender a terceros contratados que ocasionalmente podrían trabajar en la planta. Además, adicionalmente se planea usar el comedor para reuniones o conferencias ocasionales con trabajadores.

El comedor deber tener 3 lavamanos con papel toalla y jabón líquido y basureros. El reglamente nacional de construcción establece que por cada comensal halla 1.5 m2 de área. Si consideramos que el comedor está lleno (20 usuarios) el área sería de 30 m2. En relación a las mesas serán 4 unidades para 6 personas cada una. La cocina estará junto al comedor e incluirá cocina, una mesa grande, lavamanos y refrigerados. Trabajarán 2 personas que serán las mismas que servirán la comida. Se calcula un área de 15m2. Por lo tanto, toda la zona medirá 45 m2.

- Servicios médicos

Es indispensable que la planta cuente con un departamento médico privado. Este debe estar equipado para tratar lesiones de gravedad y de cualquier tipo por el médico particular. Además, periódicamente se contará con los servicios de médicos ocupacionales para evaluar la salud de los trabajadores. Las instalaciones incluirán una sala de emergencia, un cuarto para exámenes y oficinas para el personal médico.

- Iluminación y ventilación

Una adecuada iluminación es importante para que los trabajadores no tengan problemas de visión y pueda identificar y prevenir cualquier riesgo inherente al proceso. En este caso, las lámparas a usar serán de techo y deben emitir flujo luminoso bastante alto ya que el este tiene una altura de 6 metros. Para estos caso, la mejor opción son lámparas de vapor de mercurio o vapor de sodio de alta presión ya que a pesar de tener un precio alto, a largo plazo son bastante eficientes por tener un costo operativo bajo y ser de alta durabilidad ya que su vida útil oscila

entre 15 000 y 25 000 horas de uso y pueden llegar a tener una eficiencia de hasta 140 lumen/watt.

- Servicios relativos al edificio

Se refiere a características especiales que debe tener la infraestructura en beneficio de los trabajadores.

- Señalización

Se instalarán señales de seguridad e información en zonas estratégicas de la planta y tendrán distintos colores según el tipo de información que se está dando. Estas pueden ser de advertencia, obligación, indicaciones, peligro, etc.

Las señales deberán presentar mensajes breves y concretos. Por otro lado, las señales acústicas son necesarias para informar sobre un acontecimiento importante a varias personas alrededor. Estas se deben usar para advertir sobre incendios, explosiones, fuga de algún gas, anomalías en el proceso de producción, etc.

- Calidad de ambiente en el trabajo

Para que una empresa tenga resultados exitosos tiene que esforzarse en lograr un ambiente propicio en el trabajo. Para esto la organización se compromete a aplicar la metodología de las 5 "S" que se enfoca en desarrollar planes de mejoramiento del ambiente de trabajo.

5.12 Disposición de planta

5.12.1 Determinación de las zonas físicas requeridas

Se determinaron las siguientes zonas físicas:

I. Almacén de materia prima, insumos y suministros
II. Almacén de productos terminados
III. Patio de maniobras de descarga de MP y carga de PT
IV. Oficinas
V. Comedor

VI. Servicios higiénicos

VII. Tópico

5.12.2 Cálculos de áreas para cada zona

Para determinar el espacio idóneo para las operaciones se analizarán los requerimientos de superficies para el área de producción y el área administrativas. En el primer caso, se aplicará el método de Guerchet, para lo cual se necesitará el número total de cada tipo de máquina y la cantidad de elementos móviles y operarios que trabajen en la planta para luego hallar el área optima requerida para las operaciones. Se deben considerar los 3 tipos de área exigidos por el método: el área estática, la superficie de gravitación y de evolución.

Tabla 5.18

Cálculo del coeficiente de evolución

Para elementos estáticos	**SS*n*h**	**SS*n**	**Para elementos móviles:**	**SS*n*h**	**SS*n**
Máquina de corte a láser	3.00	1.50	Montacargars	11.00	5.00
Máquina de corte plasma	9.59	7.38	Operarios	6.60	4.00
Total	**12.59**	**8.88**	**Total**	**17.60**	**9.00**
Hee	**1.42**		**Hem**	**1.96**	

Elaboración Propia

Se calculó el coeficiente de evolución según la siguiente formula:

$$k = \frac{1.96}{2 \times 1.42} = 0.69$$

Elaboración Propia

Tabla 5.19

Cálculo del área requerida de planta

Máquinas y equipos	N° de lados	N° de máquinas	Dimensiones (M)			Superficie estática (SS)	Superficie de gravitación (SG)	Superficie de evolución (SE)	Superficie total (ST)
			Largo	Ancho	Altura				
Máquina de corte a láser	4	1	1.50	1.00	2.00	1.50	6.00	5.17	12.67
Máquina de corte plasma	4	1	2.05	3.60	1.30	7.38	29.52	25.44	62.34
Montacargas		2	2.50	1.00	2.20	2.50			5.00
Operarios		8			1.65	0.50			4.00
									84.01

Elaboración propia

El área total requerida para la planta es de 84.01 m2.

Ya con el área de producción determinada se debe calcular los espacios que ocuparan las otras zonas para hallar el tamaño total.

- Almacén de materia prima, insumos y suministros

Los almacenes no se consideraron en el Guerchet ya que están separados de la planta. Se estima un tamaño de almacén de 38m2.

- Almacén de productos terminados

  Se estima un tamaño de almacén de 38m2.

- Área de mantenimiento

  Se estima un área de 38m2.

- Patio de maniobras de descarga de MP y carga de PT

  Se estima un área de 50m2.

- Oficinas

  Se estima un área de 70m2.

- Comedor

  Como se calculó anteriormente, el espacio que ocupará este será de 85m2.

- Servicios higiénicos

  Se estima un área de 55m2.

- Tópico

  El departamento médico ocupará un área de 45m2.

Tabla 5.20

Área total requerida para la planta

Zona	Área
Producción	85
Comedor	85
Oficinas	70
Servicios higiénicos	55
Patio de maniobras	50
Tópico	45
Almacén MP, insumos y suministros	38
Almacén productos terminados	38
Área de mantenimiento	38
Total en m2	**504**

Elaboración Propia

5.12.3 Dispositivos de seguridad industrial y señalización

En caso de alguna emergencia, los empleados deben seguís las señalizaciones que permiten un acceso directo al patio de maniobras. En el caso del personal administrativo, este debe salir por las puertas principales de cada una de las tres estancias en que se divide dicha área.

Se considera como zona segura 1, aquella circunferencia en el centro del patio de maniobras con un radio menor a 1.5 metros; y zona segura 2 cuando aquel radio supera ese valor. También se considera como Zona segura 1, el área afuera de la empresa, ubicada a 3 metros de distancia de la puerta principal del local, y Zona segura 2 si esta distancia es menor a 3 metros.

Para la alerta de emergencia se utilizarán las alarmas automáticas activadas por sensores de detección de humo (1 en total en el almacén de productos terminados), las

alarmas manuales (2 en total; uno en producción y otro en el área administrativa) y megáfonos (1 para toda la empresa).

A continuación, se muestran los colores de seguridad los cuales deben ser conocidos por los trabajadores de la planta para identificar y/o tener cuidado sobre los materiales, equipos o actividades que podrían presentar un peligro.

Tabla 5.21

Colores empleados en señales de seguridad

Color empleados en las señales de seguridad	Significado y finalidad
ROJO	Prohibición, material de prevención y de lucha contra incendios
AZUL[1]	Obligación
AMARILLO	Riesgo de peligro
VERDE	Información de Emergencia
1. El azul se considera como color de seguridad únicamente cuando se utiliza en forma circular.	

Fuente: NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 399.010-1, (2004)

Como se puede observar estos fondos colores en la imagen anterior tienen colores de contraste que están presentes en las letras. Ejm: color de contraste del rojo es blanco y el color de contraste del Amarillo es Negro.

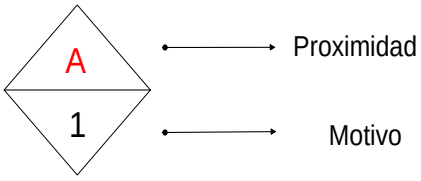
5.12.4 Disposición general

Para determinar la distribución de las áreas se utilizará una tabla relacional. En esta se mostrarán las relaciones de proximidad entre cada una de las áreas además de su respectivo nivel de importancia.

Las características de cada relación estarán representadas en un rombo, el cual tendrá en la parte superior una letra que determinará el valor de proximidad y en la parte inferior un número que indicará la razón de su relación. En la siguiente figura se muestra como se representa lo explicado anteriormente.

Figura 5.21

Representación de un rombo de la tabla relacional



Fuente: Diaz, B.; Jarufe, B; Noriega, M.T., (2007)

La escala de valores para la proximidad de las actividades queda indicada por las letras A, E, I, O, U, X.

Tabla 5.22

Tabla de valor de la proximidad

Código	Valor de proximidad	Color	N° de líneas
A	Absolutamente necesario	rojo	4
E	Especialmente necesario	amarillo	3
I	Importante	verde	2
O	Normal u ordinario	azul	1
U	Sin importancia	-	-
X	No recomendado	plomo	1 (zigzag)

Fuente: Diaz, B.; Jarufe, B; Noriega, M.T., (2007)

Tabla 5.23

Relación de motivos

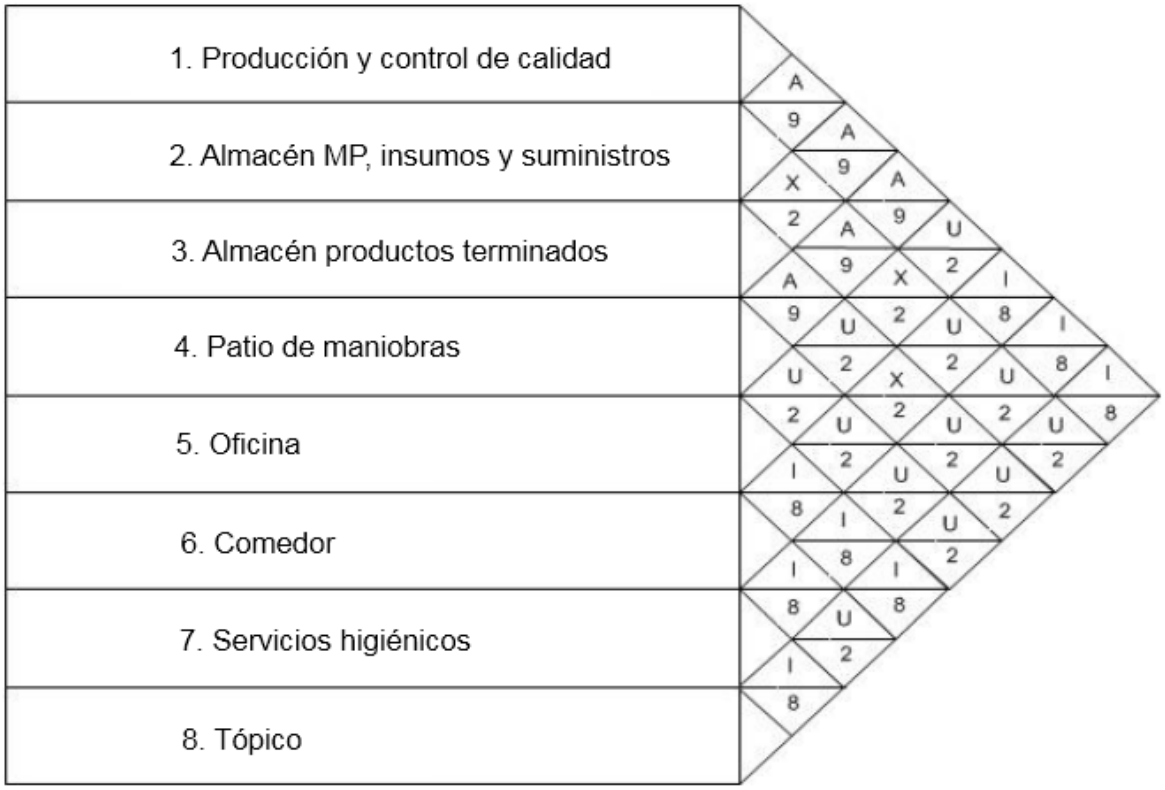
Código	Motivos
1	Secuencia del proceso
2	No es necesario o importante
3	Utilización de mismo personal
4	Condiciones ambientales
5	Por inspección o control
6	Por el polvo u olor
7	Por el ruido excesivo
8	Para reducir el recorrido de personas
9	Para reducir traslado de material

Fuente: Diaz, B.; Jarufe, B; Noriega, M.T., (2007)

A partir de estos datos se procedió a diseñar la tabla relacional mostrada.

Figura 5.22

Tabla relacional



Elaboración Propia

Del diagrama podemos extraer la información que servirá para elaborar un bosquejo con las posiciones relativas que cada área va a ocupar. Para esto primero se representan las zonas con símbolos arbitrarios y se unen según el grado de proximidad.

Tabla 5.24

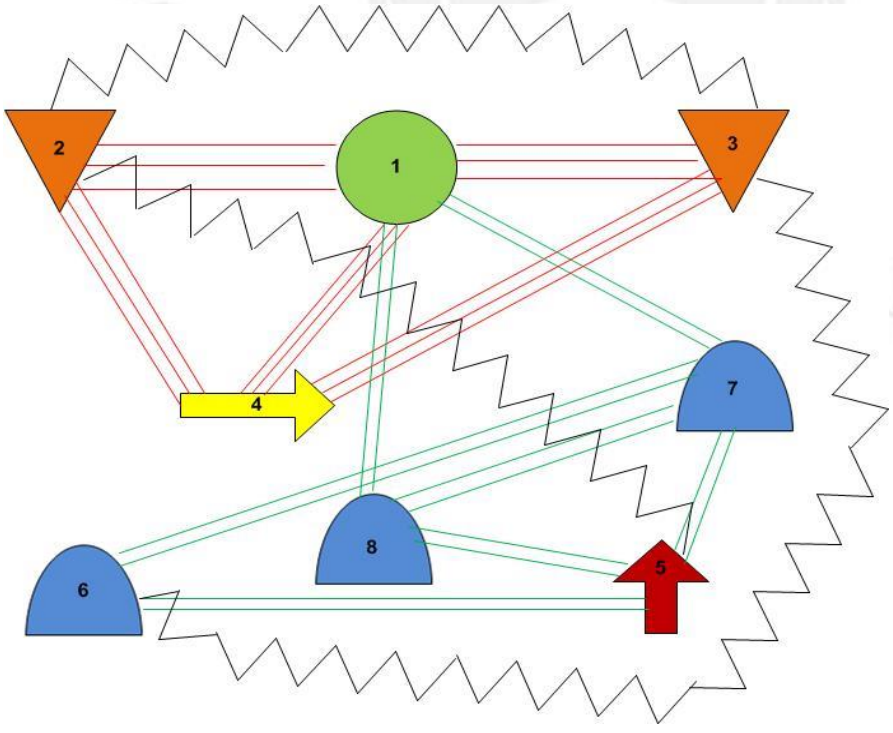
Identificación de actividades

Símbolo	Actividad
	Operación (montaje)
	Operación (operación)
	Transporte
	Alamacenaje
	Control
	Servicios
	Administración

Fuente: Diaz, B.; Jarufe, B; Noriega, M.T., (2007)

Figura 5.23

Diagrama relacional de actividades

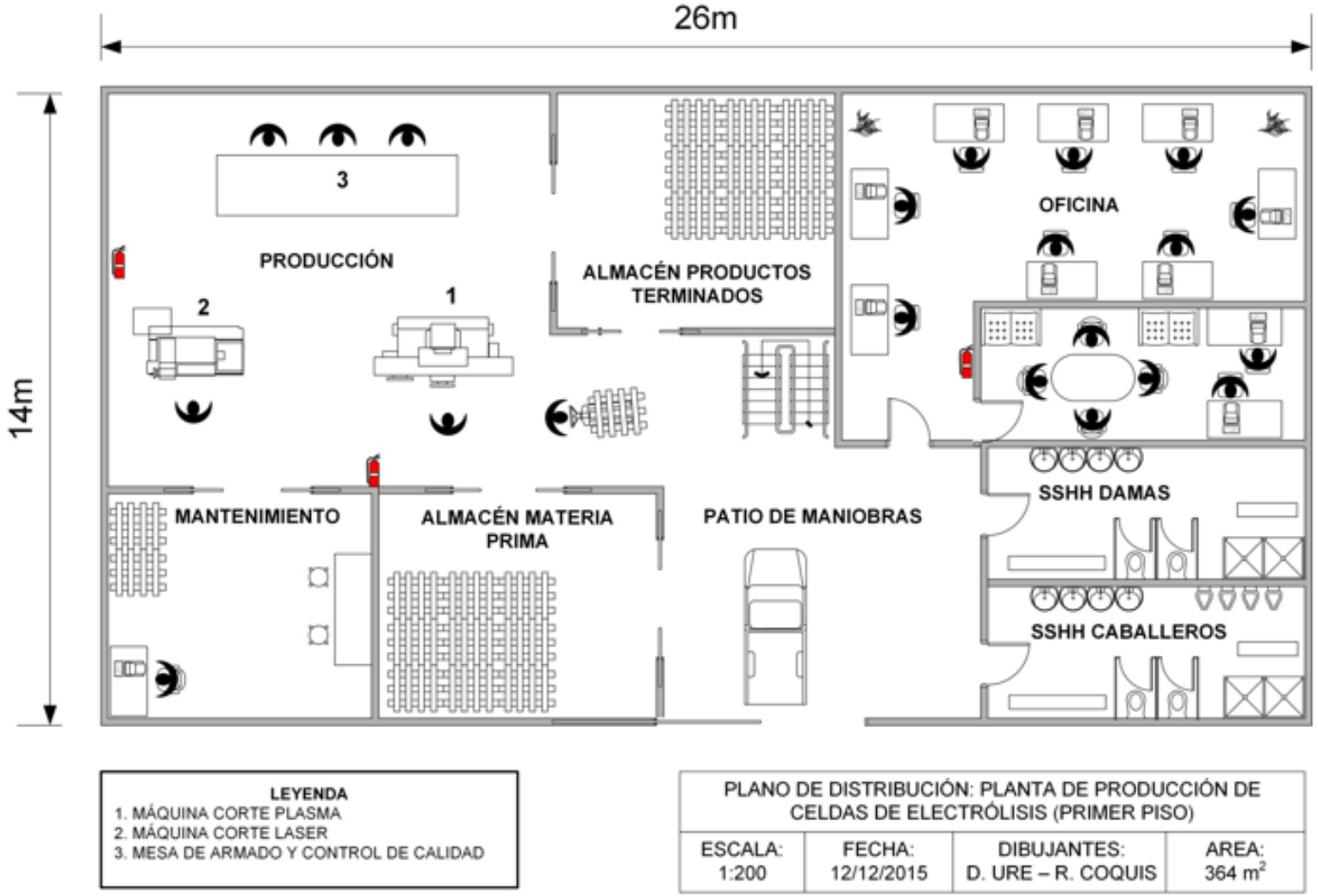


Elaboración Propia

5.12.5 Disposición de detalle

Figura 5.24

Plano de planta de producción de celdas de electrólisis (1er piso)



Elaboración propia

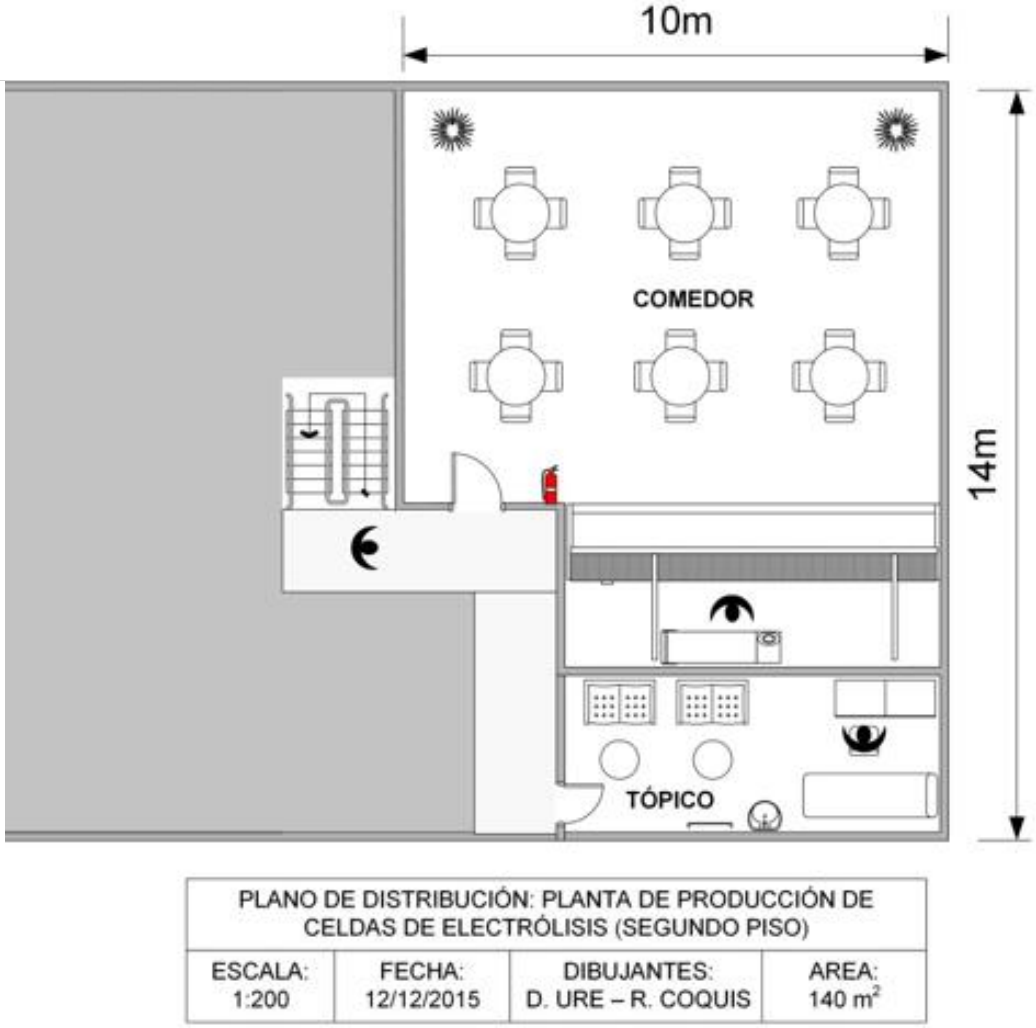
5.13 Cronograma de implementación del proyecto

Figura 5.26

Cronograma de implementación

Elaboración propia

ectrólisis (2do piso)



ı propia

CAPÍTULO VI: ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA

6.1 Organización empresarial

El presente proyecto funcionará bajo el formato empresarial de una sociedad anónima cerrada.

Para su correcta operación se han definido puestos de trabajo referentes a la gestión y operación de las distintas actividades del proyecto. Estas están enfocadas principalmente en la administración de los procesos, manufactura y comercialización de los bienes.

6.2 Requerimiento de personal directo, administrativo y de servicios

En la siguiente tabla se detallan los recursos humanos necesarios que laborarán en la empresa área administrativa.

Tabla 6.1

Trabajadores requeridos para el proyecto

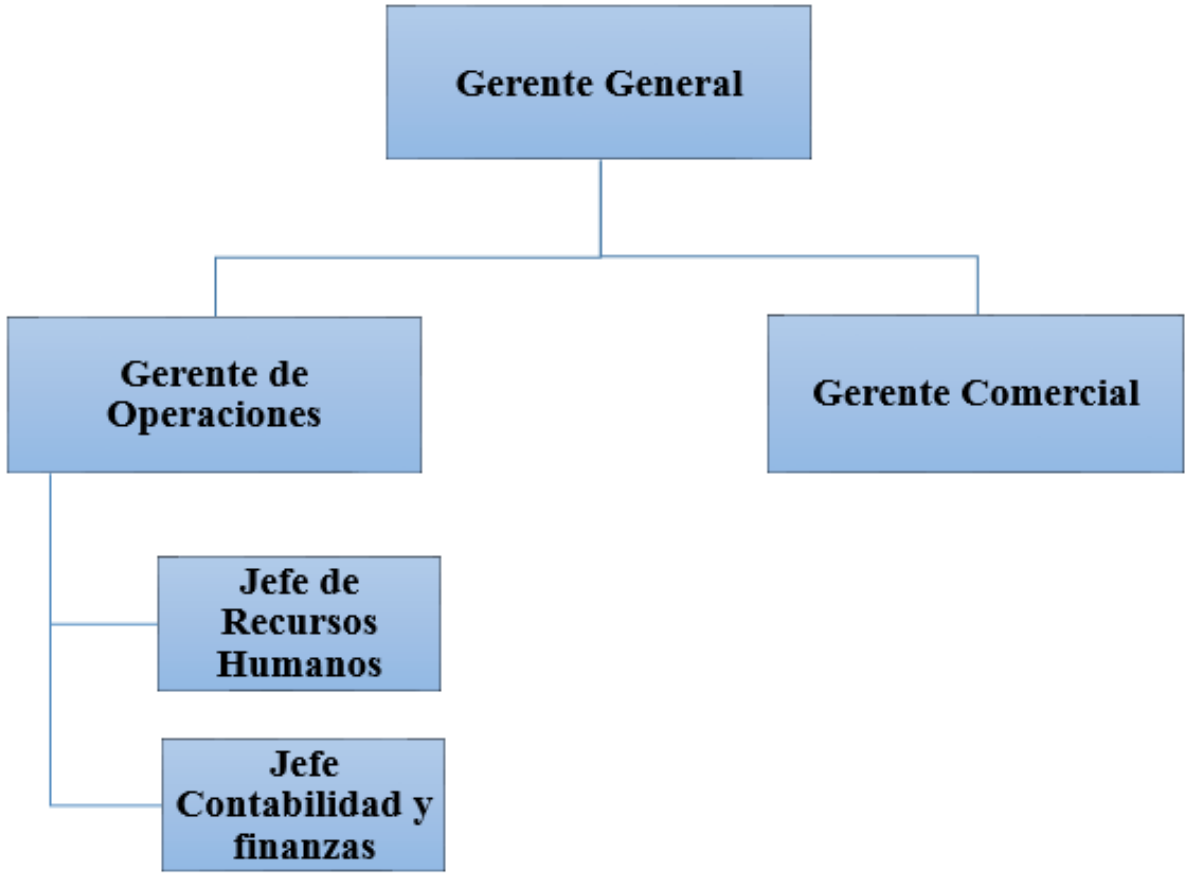
Personal administrativo	Número de turnos al día	Cantidad requerida
Gerente general	1	1
Gerente comercial	1	1
Gerente de operaciones	1	1
Jefe de Contabilidad y Finanzas	1	1
Jefe de recursos humanos	1	1
Supervisor de operaciones	1	1
Técnico de mantenimiento	1	1
Asistentes	1	3
Secretarias	1	1
Vendedores	1	3
Operarios	1	4
TOTAL	-	18

Elaboración Propia

5.13 Estructura organizacional

Figura 6.1

Organigrama de la estructura administrativa de la planta de producción de celdas de electrólisis



Elaboración propia

CAPÍTULO VII.: ASPECTOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS

7.1 Inversiones

7.1.1 Estimación de las inversiones

- Activos fijos tangibles: Son las inversiones físicas necesarias para realizar las operaciones.

a) Maquinaria y equipos de planta:

La mayoría de los bienes de capital son importados de un mismo proveedor ubicado en la China. Este realiza sus cotizaciones a valor CIF, por lo tanto, los gastos relacionados al flete y seguros ya están siendo tomados en cuenta, por ello es necesario costear los trámites de aduana y transporte hasta la planta. Aproximadamente, estos gastos en conjunto suman S/.11200 para las 2 máquinas importadas.

Tabla 7.1

Relación de inversiones en máquinas y equipos fabriles

Nombre	Precio S/.	Cantidad	Gastos de importación S/.	Total
Corte laser CNC	14,500	1	5,600	20,100
Corte plasma CNC	14,500	1	5,600	20,100
Tronzadora	500	1		500
Macho de roscar	100	4		400
Llave de tuercas	50	10		500
Instalación (15%)				6,240
Total				**47,840**

Elaboración Propia

b) Terreno:

El terreno que se necesita para implementar la planta requiere 364 m2. Dado que el precio promedio del m2 en el parque industrial escogido es de 350 dólares, la inversión asciende a 127,400 dólares o 420,420 soles.

c) Construcción e infraestructura:

Se deben realizar obras civiles que habiliten el espacio físico donde se albergará este proyecto industrial. En tal sentido, las obras necesarias son las siguientes:

- Zona Fabril:

  En esta zona se instalarán las máquinas, por ello es necesario tener una buena ingeniería de los materiales utilizados ya que las máquinas sueles generar ciertas vibraciones.

- Oficinas:

  Esta inversión incluye el ambiente acondicionado para instalar todo el inmobiliario para que el personal administrativo pueda ejercer sus labores.

- Tópico y otros:

  Incluye solo las construcciones. Los equipos e implementos se consideran en el listado de equipos de oficina.

- Comedor:

  Aquí se instalarán las mesas para que los trabajadores puedan ingerir sus alimentos de manera cómoda.

- Almacenes:

  Será la zona destinada a guardas las materias primas y productos terminados.

Tabla 7.2

Relación de inversiones en infraestructura

Edificio y construcciones	Tamaño (M2)	Costo (S/ x M2)	Costo Total S/.
Almacenes	112	1073	120,120
Oficinas administrativas	90	1568	140,448
Comedor	34	1122	37,699
Zona Fabril	224	1271	284,592
Contingencias	45	1155	51,744
Total			**634,603**

Elaboración Propia

d) Equipo e implementos de oficina:

Tabla 7.3

Inversión en equipos e implementos de oficina

Equipos de oficina	Precio S/.	Cantidad	Total
Computadoras	1,500	13	15,000
Impresoras	650	2	1,200
Escritorios	350	13	12,250
Mesas para comedor	80	3	480
Sillas para comedor	25	18	1,250
Archivadores	200	3	2,000
Libreros	300	1	1,500
Equipos para tópico	10,000	1	10,000
Instalación (10%)	4,368	1	4,368
Otros	15,000	1	15,000
Total			**63,048**

Elaboración Propia

- Activos intangibles:

Son activos que no pueden materializarse, pero ayudan a producir beneficios tangibles. También incluye inversiones en etapa pre-operativa.

Tabla 7.4

Relación de inversiones en activos intangibles

	Activos intangibles	Costo (S/.)
Marco Legal	Inscripción de minuta en registros públicos	600
	Obtención del RUC y registro unificado	300
	Obtención de licencia de funcionamiento	3,000
	Adquisición y legalización de libros contables	300
Puesta en marcha	Estudio de proyecto de planta	20,000
Licencias	Software	6,000
Otros	Otros gastos u contingencias	5,000
	Total	**35,200**

Elaboración Propia

7.1.2 Capital de trabajo

El capital de trabajo es el monto de dinero que una empresa necesita para desarrollar sus actividades en el corto plazo. Particularmente, cuando recién inicia sus operaciones, debe financiarlas con dinero no generado por las ventas ya que, en la mayoría de los casos, el periodo de cobranza se da varios días e incluso meses después de adquirir las materias primas, procesarlas y ejecutar la venta. Se consideró adecuado, debido al rubro (automotriz) y al modelo de negocio adoptado (desarrollo de una red de distribuidores o revendedores) en el que se encuentra la planta de producción de celdas de electrólisis, que este periodo denominado ciclo de caja, sea de 30 días. Para llegar a este dato se consideraron los principales ingresos y egresos que existirán a la hora de la operación dentro de los cuales están el pago a proveedores, el cual se realizará en el momento de la compra de la materia prima (0 días), el pago por concepto de sueldo de trabajadores que se realizará al final de cada mes (30 días) al igual que el pago por servicios; por otro lado, se cobrará a los distribuidores a los 30 días de haber emitido la factura en el momento de entrega de la mercadería. Por consiguiente, se calculó el capital necesario para solventar las operaciones durante ese tiempo. Para hallar el valor, se tomó como referencia los presupuestos de costo de producción y gastos generales para calcular los gastos operativos en que se incurren de manera diaria. Estos gastos son solo los desembolsables, es decir, no incluyen las depreciaciones ni amortizaciones. El gasto diario se multiplica por el ciclo de caja que en este caso es de 30 días y de este modo se obtiene un capital de trabajo tentativo.

Tabla 7.5

Cálculo del capital de trabajo

	Anuales	**Diarios**	**Ciclo de caja (días)**	**Capital de trabajo**
Gastos operativos	8,008,829.40	22,246.75	30.00	667,402.45

Elaboración Propia

Tabla 7.6

Cálculo de la inversión total

Rubro	Monto S/.
Activos fijos	**1,201,111.20**
Activo fijo tangible	745,491.20
Activo fijo intangible	455,620.00
Capital de trabajo	**667,402.45**
Total	**1,868,513.65**

Elaboración Propia

7.2 Costos de producción

7.2.1 Costos de materias primas, insumos y otros materiales

Los costos de materia prima para este proyecto industrial se centran principalmente en los insumos que se requieran para fabricar las celdas de electrólisis de manera directa. Además, se tomarán en consideración distintos insumos que se utilizarán de manera cotidiana para la manufactura y gestión del proyecto. Algo interesante para una operación sencilla de este proyecto es que todos los insumos serán comprados a proveedores locales. En las siguientes tablas se detallan los costos de los materiales e insumos directos por año en el proyecto.

SCIENTIA ET PRAXIS

Tabla 7.7

Costo de materia prima directa (S/.)

Item	Precio unitario (S/.)	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Espárrago inóxidable (1/4") (1m)	10	96,530	101,164	106,022	111,111	116,501
Tuercas inoxidables (1/4")	0.13	21,512	22,545	23,628	24,762	25,963
Electrodo de Acero SAE 316L (1mm)	4	1,158,360	1,213,968	1,272,264	1,333,332	1,398,012
Aislante de neopreno	0.7	212,366	222,561	233,248	244,444	256,302
Tapa de acrílico	4.5	124,110	130,068	136,314	142,857	149,787
	Total	**1,612,878.40**	**1,690,305.92**	**1,771,476.16**	**1,856,506.08**	**1,946,565.28**

Elaboración Propia

Tabla 7.8

Costo de insumos directos (S/.)

Ítem	Precio unitario(S/.)	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Manguera sanitaria	4.5	124,110	130,068	136,314	142,857	149,787
Manguera de alta presión	4.0	82,740	86,712	90,876	95,238	99,858
Válvula chek	10.0	137,900	144,520	151,460	158,730	166,430
Tanque de agua	50.0	689,500	722,600	757,300	793,650	832,150
Conexiones	2.6	179,270	187,876	196,898	206,349	216,359
Abrazaderas	0.5	34,475	36,130	37,865	39,683	41,608
Cables	5.0	137,900	144,520	151,460	158,730	166,430
Controlador electrónico	80.0	1,103,200	1,156,160	1,211,680	1,269,840	1,331,440
Terminales	0.5	34,475	36,130	37,865	39,683	41,608
	Total	**2,523,570**	**2,644,716**	**2,771,718**	**2,904,759**	**3,045,669**

Elaboración Propia

7.2.2 Costo de los servicios (energía eléctrica, agua, combustible, etc.)

Es importante tener una noción de los gastos por el suministro de energía eléctrica y agua potable. De manera preliminar se conoce que esta planta no requiere de una gran cantidad de energía eléctrica para operar, mientras que el consumo de agua responde tan solo al uso de los trabajadores para actividades sanitarias.

Por otra parte, el régimen tarifario eléctrico es el siguiente:

Tabla 7.9

Tarifa MT3 de energía eléctrica

Tarifa MT3:	**Tarifa con doble medición de energía activa y contratación o medición de una potencia de hora punta**		
	Cargo fijo mensual	S/./mes	2.86
	Cargo por energía activa en punta	ctm. S/./kW.h	16.10
	Cargo por energía activa fuera de punta	ctm. S/./kW.h	13.80
	Cargo por potencia activa de generación para usuarios:		
	Presentes en punta	S/./kW-mes	23.70
	Presentes fuera de punta	S/./kW-mes	14.60
	Cargo por potencia activa de redes de distribución para usuarios:		
	Presentes en punta	S/./kW-mes	9.99
	Presentes fuera de punta	S/./kW-mes	10.40
	Cargo por energía reactiva que exceda el 30% del total de la energía activa	ctm. S/./kVar.h	3.40

Fuente: Osinermin, (2015)

También es relevante mencionar que, tomando en consideración la potencia eléctrica de las máquinas de corte y el tiempo que estas son usadas para fabricar una celda, se puede inferir que se consumen 3.71 kW-h por cada celda fabricada lo que se traduce en términos económicos a S/. 0.51 en promedio como costo en energía unitario. Este servicio de suministro será contratado a Edelnor.

Además, el abastecimiento de agua se contratará a Sedapal, teniendo un costo de S/. 0.15 por cada m3 de agua consumido. Se conoce que una persona utiliza en promedio 150 litros de agua al día, esto equivale a 0.15m3, por ende, teniendo 18 empleados, el gasto anual de la planta seria aproximadamente de S/. 700.

Con respecto al costo logístico, se contratará a la empresa SMP COURRIER. Cada caja pesa alrededor de 1.5 kg y el costo por transportar un kilo dentro de la ciudad de Lima es de 1.5 soles, por lo que el costo de transportar cada caja es de S/.2.25.

Con respecto a las telecomunicaciones, la Telefonía fija e internet será a través de paquetes dúos de negocio que incluyen servicios de voz e internet compuestos por una línea telefónica de tarifa plana local de negocios (llamadas locales ilimitadas) y un Speedy negocios avanzado con velocidad de 5MB, los cuales incluyen equipos, instalación y servicios de valor agregado para ambos servicios. El costo mensual del paquete es de S/. 980 mensuales traducidos en S/.11, 760 anuales. El personal de seguridad y los equipos de vigilancia implicarán un costo de S/. 7,000 mensuales por el servicio prestado. Por último, se contratará a una empresa para que brinde los servicios de preparación de alimentos para todo el personal abarcando un costo de S/. 3,750 mensuales.

Tabla 7.10

Costo de servicios consumidos y contratados (S/.)

Servicio	Costo (S/.)	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Energía eléctrica	0.104 /Kw-h	5,327	5,583	5,851	6,132	6,429
Agua	0.15 / m3	700	700	700	700	700
Transporte	2.25 / caja	31,064	32,555	34,118	35,756	37,490
Teléfono, internet y cable	980 / mes	11,760	11,760	11,760	11,760	11,760
Seguridad	3000 / mes	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000
Salud	1500 / mes	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000

Alimentación	3750 / mes	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000
TOTAL S/.		**147,851**	**149,598**	**151,429**	**153,348**	**155,379**

Elaboración Propia

7.2.3 Costo de la mano de obra

En capítulos anteriores se hizo mención de que se iba a trabajar un turno por día durante 8 horas. También, se mencionó que se iba a contar con 4 operarios, 3 personas que conforman la mano de obra indirecta y 11 personas que forman el equipo administrativo.

7.2.3.1 Mano de obra directa

En las siguientes tablas se muestran la remuneración de los operarios y el costo en el que se incurre al contar con sus servicios.

Tabla 7.11

Remuneración de la mano de obra directa (S/.)

Puesto	Grado de instrucción requerido	Remuneración básica mensual	Gratificaciones	CTS	Remuneración anual	Essalud (9%)	Total gasto anual
Operario	Ninguno	2,500	5,000	2,500	37,500	3,375	40,875

Elaboración Propia

Tabla 7.12

Costos de mano de obra directa

Puesto	Nro. de personas	Turnos al día	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Operarios	4	1	163,500	163,500	163,500	163,500	163,500
TOTAL S/.			**163,500**	**163,500**	**163,500**	**163,500**	**163,500**

Elaboración Propia

7.2.3.2 Mano de obra indirecta

Dentro de este campo se encuentran las personas que se encargarán de supervisar y asegurar de que el proceso fabril se desarrolle sin ningún inconveniente. Además, del personal dedicado a dar mantenimiento a las máquinas. A continuación, se detallan los salarios y los costos relativos a estos empleados.

Tabla 7.13

Remuneración de la mano de obra indirecta (S/.)

Puesto	Grado de instrucción requerido	Remuneración básica mensual	Gratificaciones	CTS	Remuneración anual	Essalud (9%)	Total gasto anual
Gerente de operaciones	Maestría	30,000	60,000	30,000	450,000	40,500	490,500
Técnico de mantenimiento	Técnico	3,800	7,600	3,800	57,000	5,130	62,130
Supervisor	Técnico	3,800	7,600	3,800	57,000	5,130	62,130

Elaboración Propia

Tabla 7.14

Costo de mano de obra indirecta (S/.)

Puesto	Nro. de personas	Turnos al día	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Gerente de operaciones	1	1	490,500	490,500	490,500	490,500	490,500
Técnico de mantenimiento	1	1	62,130	62,130	62,130	62,130	62,130
Supervisor	1	1	62,130	62,130	62,130	62,130	62,130
TOTAL S/.			**614,760**	**614,760**	**614,760**	**614,760**	**614,760**

Elaboración Propia

Tabla 7.15

Remuneración del personal administrativo (S/.)

Puesto	Grado de instrucción requerido	Remuneración básica mensual	Gratificaciones	CTS	Remuneración anual	Essalud (9%)	Total gasto anual
Gerente general	MBA	38,000	76,000	38,000	570,000	51,300	621,300
Gerente comercial	Maestría	30,000	60,000	30,000	450,000	40,500	490,500
Jefe de contabilidad y finanzas	Maestría	30,000	60,000	30,000	450,000	40,500	490,500
Jefe de recursos humanos	Maestría	30,000	60,000	30,000	450,000	40,500	490,500
Vendedores	Técnico / Universitario	12,000	24,000	12,000	180,000	16,200	196,200
Asistentes	Universitario	4,300	8,600	4,300	64,500	5,805	70,305
Secretarias	Técnico	3,300	6,600	3,300	49,500	4,455	53,955

Elaboración Propia

Tabla 7.16

Sueldos y salarios del personal administrativo

Puesto	Nro. De personas	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Gerente general	1	621,300	621,300	621,300	621,300	621,300
Gerente comercial	1	490,500	490,500	490,500	490,500	490,500
Jefe de contabilidad y finanzas	1	490,500	490,500	490,500	490,500	490,500
Jefe de gestión humana y responsabilidad social	1	490,500	490,500	490,500	490,500	490,500
Vendedores	3	588,600	588,600	588,600	588,600	588,600
Asistentes	3	210,915	210,915	210,915	210,915	210,915
Secretarias	1	53,955	53,955	53,955	53,955	53,955
TOTAL S/.		**2,946,270**	**2,946,270**	**2,946,270**	**2,946,270**	**2,946,270**

Elaboración Propia

7.3 Presupuesto de ingresos y egresos

7.3.1 Presupuesto de ingreso por ventas

Tabla 7.17

Ventas netas totales por año

Item	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Celdas de electrólisis (Unidades)	13,790	14,452	15,146	15,873	16,643
Precio de Venta Unitario	800	800	800	800	800

Ingreso por Ventas	**11,032,000**	**11,561,600**	**12,116,800**	**12,698,400**	**13,314,400**

Elaboración Propia

7.3.2 Presupuesto operativo de costos

Para elaborar los presupuestos de costos de producción y luego el de gastos administrativos es importante determinar la depreciación y amortización de los activos:

UNIVERSIDAD DE LIMA
SCIENTIA ET PRAXIS

Tabla 7.18

Depreciación de activos tangibles

Activo fijo tangible	Importe (S/.)	% Depreciación	Año					Depreciación total (S/.)	Valor residual (S/.)
			1	2	3	4	5		
Terreno	420,420	0%	0	0	0	0	0	0	420,420
Edificaciones Planta	404,712	5%	20,236	20,236	20,236	20,236	20,236	101,178	303,534
Edificaciones Administrativas	178,147	5%	8,907	8,907	8,907	8,907	8,907	44,537	133,610
Maquinaria y Equipo	47,840	10%	4,784	4,784	4,784	4,784	4,784	23,920	23,920
Imprevistos Fabriles	51,744	10%	5,174	5,174	5,174	5,174	5,174	25,872	25,872
Imprevistos No Fabriles	15,000	10%	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	7,500	7,500
Equipos oficina	48,048	10%	4,805	4,805	4,805	4,805	4,805	24,024	24,024
Total	**745,491**		**45,406**	**45,406**	**45,406**	**45,406**	**45,406**	**227,031**	**938,880**
Depreciación Fabril			**30,194**	**30,194**	**30,194**	**30,194**	**30,194**	**150,970**	
Depreciación No Fabril			**15,212**	**15,212**	**15,212**	**15,212**	**15,212**	**76,061**	
						Valor de mercado			**50.00%**

Elaboración propia

Tabla 7.19

Depreciación de activos intangibles

Activo fijo Intangible	Importe (S/.)	% Depreciación	Año					Depreciación total	Valor residual
			1	2	3	4	5		
Puesta en Marcha	20,000	10%	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	10,000	10,000
Marco legal	4,200	10%	420	420	420	420	420	2,100	2,100
Licencias	6,000	10%	600	600	600	600	600	3,000	3,000
Otros	5,000	10%	500	500	500	500	500	2,500	2,500
Total	**35,200**		**3,520**	**3,520**	**3,520**	**3,520**	**3,520**	**17,600**	**17,600**

Elaboración propia

Luego de hallar la depreciación de los activos tangibles y amortización de intangibles, se procede a calcular el costo total de producción:

Tabla 7.20

Presupuesto anual de costo de producción

Rubro	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Materiales directos	4,136,448	4,335,022	4,543,194	4,761,265	4,992,234
Mano de obra directa	163,500	163,500	163,500	163,500	163,500
Costos Directos	**4,299,948**	**4,498,522**	**4,706,694**	**4,924,765**	**5,155,734**
Mano de obra indirecta	614,760	614,760	614,760	614,760	614,760
Servicios a planta	118,281	119,678	121,143	122,678	124,304
Otros	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000
Depreciación fabril	30,194	30,194	30,194	30,194	30,194
Costos indirectos de fabricación (CIF)	**813,235**	**814,632**	**816,097**	**817,632**	**819,258**
Costo total de Producción	**5,113,183**	**5,313,154**	**5,522,791**	**5,742,397**	**5,974,992**

Elaboración Propia

7.3.3 Presupuesto operativo de gastos administrativos (ventas, marketing, distribución, atención a clientes y gastos generales)

Este presupuesto, mostrado en la página anterior, abarca todos los gastos ocasionados por las operaciones de la parte administrativa de la empresa. Además, se incluye la depreciación de los activos fijos no fabriles tales como las oficinas, el comedor, escritorios, etc. y la amortización de los activos intangibles que por reglas contables se deben incluir en este presupuesto.

Tabla 7.21

Presupuesto de gastos administrativos

Rubro	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Sueldos y salarios	2,946,270	2,946,270	2,946,270	2,946,270	2,946,270
Servicios	29,570	29,920	30,286	30,670	31,076
Gastos comercialización y publicidad	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Otros	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Depreciación no fabril	15,212	15,212	15,212	15,212	15,212
Amortización Intangibles	3,520	3,520	3,520	3,520	3,520
Total Gastos Generales	**3,194,572**	**3,194,922**	**3,195,288**	**3,195,672**	**3,196,078**

Elaboración Propia

7.4 Flujo de fondos netos

Antes de realizar el análisis de flujo de fondos neto, se debe tener en cuenta el cálculo del costo promedio ponderado del capital pues este es un factor clave utilizado para tomar la decisión sobre la viabilidad o no viabilidad de un proyecto de inversión. Para poder estimar este indicador, se debe tener en cuenta los valores de inversión por aporte propio y por financiamiento además del porcentaje que compone cada uno sobre el total de la inversión. Así mismo, se debe tener en cuenta el costo de dinero. Para este caso el costo de oportunidad esperado por los accionistas es de 18% mientras que la TEA del préstamo será de 7.5%. El cálculo del CPPC se muestra a continuación.

Tabla 7.22

Cálculo de costo promedio ponderado de capital

Importe	% Participación	Costo dinero	Tasa de descuento
S/. 747,405.46	40.00%	18.00%	7.20%
S/. 1,121,108.19	60.00%	7.50%	4.50%
S/. 1,868,513.65	**100.00%**	**25.50%**	**11.70%**

Elaboración Propia

Otros requisitos previos a la elaboración del flujo de fondos del proyecto, es la elaboración la tabla de servicio a la deuda o cronograma de pagos del financiamiento y el estado de resultados. De acuerdo a COFIDE, se conoce que se puede acceder a un financiamiento de hasta US$ 20’000,000 por 5 años y dos de gracia total en cuotas crecientes semestrales a una TEA 7.5%. Se optó por asumir el pago del préstamo en cuotas crecientes ya que las cuotas en los primeros años del proyecto serán menores, lo cual será ventajoso pues el proyecto recién estará adaptándose al mercado. Luego se procedió a elaborar el estado de resultados para los 5 años de vida útil del proyecto pues se necesita saber cuál sería la utilidad antes de reserva legal para poder estimar los flujos de fondo. Todo esto se muestra a continuación.

UPC SCIENTIA ET PRAXIS

Tabla 7.23

Tabla de servicio a la deuda

Periodo	Factor	Semestre	Deuda capital	Amortización principal	Intereses	Cuota	Saldo
		1 preoperativo	S/. 1,121,108.19	S/. 0.00	S/. 41,281.52	S/. 0.00	S/. 1,162,389.71
		2 preoperativo	S/. 1,162,389.71	S/. 0.00	S/. 42,801.59	S/. 0.00	S/. 1,205,191.30
		3 preoperativo	S/. 1,205,191.30	S/. 0.00	S/. 44,377.64	S/. 0.00	S/. 1,249,568.94
		4 preoperativo	S/. 1,249,568.94	S/. 0.00	S/. 46,011.71	S/. 0.00	S/. 1,295,580.65
1	0.018	1	S/. 1,295,580.65	S/. 23,556.01	S/. 47,705.96	S/. 71,261.97	S/. 1,272,024.64
2	0.036	2	S/. 1,272,024.64	S/. 47,112.02	S/. 46,838.58	S/. 93,950.60	S/. 1,224,912.62
3	0.055	3	S/. 1,224,912.62	S/. 70,668.04	S/. 45,103.82	S/. 115,771.85	S/. 1,154,244.58
4	0.073	4	S/. 1,154,244.58	S/. 94,224.05	S/. 42,501.67	S/. 136,725.72	S/. 1,060,020.53
5	0.091	5	S/. 1,060,020.53	S/. 117,780.06	S/. 39,032.15	S/. 156,812.21	S/. 942,240.47
6	0.109	6	S/. 942,240.47	S/. 141,336.07	S/. 34,695.24	S/. 176,031.31	S/. 800,904.40
7	0.127	7	S/. 800,904.40	S/. 164,892.08	S/. 29,490.96	S/. 194,383.04	S/. 636,012.32
8	0.145	8	S/. 636,012.32	S/. 188,448.09	S/. 23,419.29	S/. 211,867.38	S/. 447,564.23
9	0.164	9	S/. 447,564.23	S/. 212,004.11	S/. 16,480.24	S/. 228,484.35	S/. 235,560.12
10	0.182	10	S/. 235,560.12	S/. 235,560.12	S/. 8,673.81	S/. 244,233.93	S/. 0.00
	TOTAL			**S/. 1,295,580.65**	**S/. 508,414.17**	**S/. 1,803,994.82**	

Elaboración propia

Tabla 7.24

Condiciones del financiamiento

Concepto	Cantidad
Intereses preoperativos	S/. 174,472.46
Deuda total	S/. 1,121,108.19
Tasa de interés anual	7.50%
Tasa de interés semestral	3.68%
Amortización años	5
Amortización semestres	10
Plazo de gracia años	2
Plazo de gracia semestres	4

Elaboración propia

Tabla 7.25

Estados de resultados para la vida útil del proyecto

Rubro	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
Ingreso por ventas	S/. 11,032,000.00	100%	S/. 11,561,600.00	100%	S/. 12,116,800.00	100%	S/. 12,698,400.00	100%	S/. 13,314,400.00	100%
(-) Costo de producción	S/. 5,113,183.20	46%	S/. 5,313,154.32	46%	S/. 5,522,791.36	46%	S/. 5,742,397.48	45%	S/. 5,974,992.28	45%
(=) Utilidad bruta	**S/. 5,918,816.80**	**54%**	**S/. 6,248,445.68**	**54%**	**S/. 6,594,008.64**	**54%**	**S/. 6,956,002.52**	**55%**	**S/. 7,339,407.72**	**55%**
(-) Gastos generales	S/. 3,194,572.36	29%	S/. 3,194,921.76	28%	S/. 3,195,287.96	26%	S/. 3,195,671.76	25%	S/. 3,196,078.16	24%
(-) Gastos financieros	S/. 94,544.54	1%	S/. 87,605.49	1%	S/. 73,727.39	1%	S/. 52,910.24	0%	S/. 25,154.05	0%
(+) Venta de activos en el mercado		0%		0%		0%		0%	S/. 469,440.20	4%
(-) Valor en libros de activos		0%		0%		0%		0%	S/. 938,880.40	7%
(=) Utilidad antes de impuestos	**S/. 2,629,699.90**	**24%**	**S/. 2,965,918.43**	**26%**	**S/. 3,324,993.29**	**27%**	**S/. 3,707,420.52**	**29%**	**S/. 3,648,735.31**	**27%**
(-) Impuesto a la renta (30%)	S/. 788,909.97	7%	S/. 889,775.53	8%	S/. 997,497.99	8%	S/. 1,112,226.15	9%	S/. 1,094,620.59	8%
(=) Utilidad antes de reserva legal	**S/. 1,840,789.93**	**17%**	**S/. 2,076,142.90**	**18%**	**S/. 2,327,495.30**	**19%**	**S/. 2,595,194.36**	**20%**	**S/. 2,554,114.72**	**19%**
(-) Reserva legal (hasta 10%)	S/. 184,078.99	2%	S/. 207,614.29	2%	S/. 232,749.53	2%	S/. 10,652.67	0%		0%
(=) Utilidad neta	**S/. 1,656,710.94**	**15%**	**S/. 1,868,528.61**	**16%**	**S/. 2,094,745.77**	**17%**	**S/. 2,584,541.69**	**20%**	**S/. 2,554,114.72**	**19%**

Elaboración propia

7.4.1 Flujo de fondos económicos

Tabla 7.26

Flujo neto de fondos económicos

Rubro	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversión total	-S/. 1,868,513.65					
Utilidad antes de reserva legal		S/. 1,840,789.93	S/. 2,076,142.90	S/. 2,327,495.30	S/. 2,595,194.36	S/. 2,554,114.72
(+) Amortización de intangibles		S/. 3,520.00	S/. 3,520.00	S/. 3,520.00	S/. 3,520.00	S/. 3,520.00
(+) Depreciación fabril		S/. 30,194.00	S/. 30,194.00	S/. 30,194.00	S/. 30,194.00	S/. 30,194.00
(+) Depreciación no fabril		S/. 15,212.16	S/. 15,212.16	S/. 15,212.16	S/. 15,212.16	S/. 15,212.16
(+) Gastos financieros x(1-0.3)		S/. 66,181.18	S/. 61,323.84	S/. 51,609.17	S/. 37,037.17	S/. 17,607.84
(+) Valor residual (valor en libros)						S/. 938,880.40
(+) Capital de trabajo						S/. 667,402.45
Flujo neto de fondos económicos	**-S/. 1,868,513.65**	**S/. 1,955,897.27**	**S/. 2,186,392.90**	**S/. 2,428,030.64**	**S/. 2,681,157.69**	**S/. 4,226,931.56**

Elaboración propia

7.4.1 Flujo de fondos financieros

Tabla 7.27

Flujo neto de fondos financieros

Rubro	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversión total	-S/. 1,868,513.65					
Préstamo	S/. 1,121,108.19					
Utilidad antes de reserva legal		S/. 1,840,789.93	S/. 2,076,142.90	S/. 2,327,495.30	S/. 2,595,194.36	S/. 2,554,114.72
(+) Amortización de intangibles		S/. 3,520.00	S/. 3,520.00	S/. 3,520.00	S/. 3,520.00	S/. 3,520.00
(+) Depreciación fabril		S/. 30,194.00	S/. 30,194.00	S/. 30,194.00	S/. 30,194.00	S/. 30,194.00
(+) Depreciación no fabril		S/. 15,212.16	S/. 15,212.16	S/. 15,212.16	S/. 15,212.16	S/. 15,212.16
(-) Amortización préstamo		-S/. 70,668.04	-S/. 164,892.08	-S/. 259,116.13	-S/. 353,340.18	-S/. 447,564.23
(+) Valor residual (valor en libros)						S/. 938,880.40
(+) Capital de trabajo						S/. 667,402.45
Flujo neto de fondos financiero	**-S/. 747,405.46**	**S/. 1,819,048.06**	**S/. 1,960,176.98**	**S/. 2,117,305.33**	**S/. 2,290,780.34**	**S/. 3,761,759.50**

Elaboración propia

CAPÍTULO VIII: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL PROYECTO

8.1 Evaluación económica: VAN, TIR, B/C, PR

Luego de haber determinado el flujo neto de fondos económicos se debe determinar si el proyecto para la implementación de la planta de producción de celdas de electrólisis es viable o no. Para ello se deben determinar y analizar los indicadores de rentabilidad económicos teniendo en cuenta que el costo de oportunidad estimado por los accionistas es de 18%. El cálculo de estos indicadores se detalla a continuación.

Tabla 8.1

Determinación del valor actual neto económico del proyecto

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Factor de actualización	1	0.85	0.72	0.61	0.52	0.44
Valor actual al Kc (18%)	-1,868,514	1,657,540	1,570,233	1,477,774	1,382,911	1,847,631
Flujo de caja acumulado		1,657,540	3,227,773	4,705,548	6,088,459	7,936,090
Valor actual neto	**-1,868,514**	**-210,974**	**1,359,260**	**2,837,034**	**4,219,945**	**6,067,576**

Elaboración Propia

Tabla 8.2

Indicadores económicos de rentabilidad

Indicador	Cantidad
VAN económico	S/. 6,067,576.21
Relación B / C	4.25
TIR económico	113.56%
Periodo de recupero (años)	1.13

Elaboración Propia

8.2 Evaluación financiera: VAN, TIR, B/C, PR

Al igual que el flujo neto de fondos económico, se debe determinar los indicadores rentabilidad, pero en este caso será a partir de los flujos financieros del proyecto. Todo esto para tener noción de la viabilidad financiera de la instalación de la planta de producción de celdas de electrólisis.

Tabla 8.3

Determinación del valor actual neto financiero del proyecto

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Factor de actualización	1	0.85	0.72	0.61	0.52	0.44
Valor actual al Kc (18%)	-747,405	1,541,566	1,407,769	1,288,657	1,181,559	1,644,300
Flujo de caja acumulado		1,541,566	2,949,335	4,237,992	5,419,551	7,063,851
Valor actual neto	**-1,090,165**	**794,161**	**2,201,929**	**3,490,587**	**4,672,146**	**6,316,445**

Elaboración Propia

Tabla 8.4

Indicadores financieros de rentabilidad

Indicador	Cantidad
VAN financiero	S/. 6,316,445.43
Relación B / C	9.45
TIR financiero	251.35%
Periodo de recupero (años)	0.58

Elaboración Propia

8.3 Análisis de los resultados económicos y financieros del proyecto

- Evaluación económica

El proyecto después de operar por 5 años y de pagar todos los costos de producción y gastos de operación, obtendrá un excedente actualizado de S/. 6,067,576.21 (Valor actual Neto). En consecuencia, es altamente recomendable ejecutarlo. Si los accionistas cubrieran toda la inversión inicial, se obtendría S/. 4.25actualizados por cada nuevo sol invertido en el proyecto (relación beneficio costo). Adicionalmente, el proyecto ofrece una TIR de 113.56% la cual es mucho mayor al Costo de oportunidad de 18%.

- Evaluación financiera

Al finalizar el quinto año de operación, el proyecto presentará un saldo positivo de S/. S/. 6,316,445.43 después de pagar los costos de fabricación, los gastos de operación, la amortización del préstamo obtenido y los intereses del crédito. Por lo tanto, es recomendable su ejecución. El proyecto es muy atractivo pues ofrece una tasa interna de retorno financiera de 251.35%, mucho mayor al costo de oportunidad de 18%. La TIRF da una mejor impresión porque al considerar a la deuda se está invirtiendo menos capital de los inversionistas para obtener utilidades. Finalmente, se obtuvo una relación Beneficio/Costo de 9.45.

Finalmente, con dichas evaluaciones se puede afirmar que la hipótesis planteada en el inicio del estudio se cumple, es decir, la instalación de una planta de producción de celdas de electrólisis es factible debido a que su comercialización está garantizada. Además de ser un producto muy innovador debido a que su implementación significaría un gran ahorro, también se cuenta con los recursos, tecnología y mano de obra, que facilitarían que este proyecto se lleve a cabo con gran éxito.

8.4 Análisis de sensibilidad del proyecto

Para elaborar el análisis de sensibilidad del proyecto se escogieron 3 posibilidades, cada una de estas con su respectiva probabilidad. La suma de los 3 escenarios nos dará el VAN Esperado, cuyo valor ya se calculó en el capítulo anterior.

Para el análisis de sensibilidad, consideramos los siguientes datos obtenidos de la web de la Bolsa de Valores de Lima (BVL), BCRP y el diario “la República”.

• Rm = 12,50

- Rf = 5,73%
- Beta = 2,50

Cok = 5,73% +2,50 x (12,5% - 5,73%) = 22,66%

Se consideran dos escenarios posibles con sus respectivas probabilidades: Optimista: 20%, Medio: 50 % y Pesimista: 30%

Tabla 8.5

Ingresos por ventas para 3 tipos de escenarios

Escenario		Participación	2017	2018	2019	2020	2021
Optimista	20%	6%	S/. 13,238,400.00	S/. 13,873,920.00	S/. 14,540,160.00	S/. 15,238,080.00	S/. 15,977,280.00
Medio	50%	5%	S/. 11,032,000.00	S/. 11,561,600.00	S/. 12,116,800.00	S/. 12,698,400.00	S/. 13,314,400.00
Pesimista	30%	4%	S/. 8,825,600.00	S/. 9,249,280.00	S/. 9,693,440.00	S/. 10,158,720.00	S/. 10,651,520.00

Elaboración Propia

Escenario Optimista: 20%

Tabla 8.6

Estados de resultados para la vida útil del proyecto - escenario optimista

Rubro	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
Ventas	S/. 13,238,400.00	100%	S/. 13,873,920.00	100%	S/. 14,540,160.00	100%	S/. 15,238,080.00	100%	S/. 15,977,280.00	100%
(-) Costo de ventas	S/. 5,113,183.20	39%	S/. 5,313,154.32	38%	S/. 5,522,791.36	38%	S/. 5,742,397.48	38%	S/. 5,974,992.28	37%
(=) Utilidad bruta	**S/. 8,125,216.80**	**61%**	**S/. 8,560,765.68**	**62%**	**S/. 9,017,368.64**	**62%**	**S/. 9,495,682.52**	**62%**	**S/. 10,002,287.72**	**63%**
(-) Gastos generales	S/. 3,194,572.36	24%	S/. 3,194,921.76	23%	S/. 3,195,287.96	22%	S/. 3,195,671.76	21%	S/. 3,196,078.16	20%
(-) Gastos financieros	S/. 94,544.54	1%	S/. 87,605.49	1%	S/. 73,727.39	1%	S/. 52,910.24	0%	S/. 25,154.05	0%
(+) Venta de activos en el mercado		0%		0%		0%		0%	S/. 469,440.20	3%
(-) Valor en libros de activos		0%		0%		0%		0%	S/. 938,880.40	6%
(=) Utilidad antes de impuestos	**S/. 4,836,099.90**	**37%**	**S/. 5,278,238.43**	**38%**	**S/. 5,748,353.29**	**40%**	**S/. 6,247,100.52**	**41%**	**S/. 6,311,615.31**	**40%**
(-) Impuesto a la renta (30%)	S/. 1,450,829.97	11%	S/. 1,583,471.53	11%	S/. 1,724,505.99	12%	S/. 1,874,130.15	12%	S/. 1,893,484.59	12%
(=) Utilidad antes de reserva legal	**S/. 3,385,269.93**	**26%**	**S/. 3,694,766.90**	**27%**	**S/. 4,023,847.30**	**28%**	**S/. 4,372,970.36**	**29%**	**S/. 4,418,130.72**	**28%**
(-) Reserva legal (hasta 10%)	S/. 338,526.99	3%	S/. 369,476.69	3%	S/. 402,384.73	3%	S/. 10,652.67	0%		0%
(=) Utilidad neta	**S/. 3,046,742.94**	**23%**	**S/. 3,325,290.21**	**24%**	**S/. 3,621,462.57**	**25%**	**S/. 4,362,317.69**	**29%**	**S/. 4,418,130.72**	**28%**

Elaboración Propia

LIMA

Tabla 8.7

Flujo neto de fondos económicos - escenario optimista

Rubro	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversión total	-S/. 1,868,513.65					
Utilidad antes de reserva legal		S/. 3,385,269.93	S/. 3,694,766.90	S/. 4,023,847.30	S/. 4,372,970.36	S/. 4,418,130.72
(+) Amortización de intangibles		S/. 3,520.00	S/. 3,520.00	S/. 3,520.00	S/. 3,520.00	S/. 3,520.00
(+) Depreciación fabril		S/. 30,194.00	S/. 30,194.00	S/. 30,194.00	S/. 30,194.00	S/. 30,194.00
(+) Depreciación no fabril		S/. 15,212.16	S/. 15,212.16	S/. 15,212.16	S/. 15,212.16	S/. 15,212.16
(+) Gastos financieros x(1-0.3)		S/. 66,181.18	S/. 61,323.84	S/. 51,609.17	S/. 37,037.17	S/. 17,607.84
(+) Valor residual (valor en libros)						S/. 938,880.40
(+) Capital de trabajo						S/. 667,402.45
Flujo neto de fondos económicos	**-S/. 1,868,513.65**	**S/. 3,500,377.27**	**S/. 3,805,016.90**	**S/. 4,124,382.64**	**S/. 4,458,933.69**	**S/. 6,090,947.56**

Elaboración Propia

Tabla 8.8

Indicadores económicos de rentabilidad - escenario optimista

Indicador	Cantidad
VAN económico	S/. 9,912,529.60
Relación B / C	6.31
TIR económico	195.21%

Elaboración Propia

Escenario Medio: 50%

Tabla 8.9

Estados de resultados para la vida útil del proyecto - escenario medio

Rubro	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
Ventas	S/. 11,032,000.00	100%	S/. 11,561,600.00	100%	S/. 12,116,800.00	100%	S/. 12,698,400.00	100%	S/. 13,314,400.00	100%
(-) Costo de ventas	S/. 5,113,183.20	46%	S/. 5,313,154.32	46%	S/. 5,522,791.36	46%	S/. 5,742,397.48	45%	S/. 5,974,992.28	45%
(=) Utilidad bruta	**S/. 5,918,816.80**	**54%**	**S/. 6,248,445.68**	**54%**	**S/. 6,594,008.64**	**54%**	**S/. 6,956,002.52**	**55%**	**S/. 7,339,407.72**	**55%**
(-) Gastos generales	S/. 3,194,572.36	29%	S/. 3,194,921.76	28%	S/. 3,195,287.96	26%	S/. 3,195,671.76	25%	S/. 3,196,078.16	24%
(-) Gastos financieros	S/. 94,544.54	1%	S/. 87,605.49	1%	S/. 73,727.39	1%	S/. 52,910.24	0%	S/. 25,154.05	0%
(+) Venta de activos en el mercado		0%		0%		0%		0%	S/. 469,440.20	4%
(-) Valor en libros de activos		0%		0%		0%		0%	S/. 938,880.40	7%
(=) Utilidad antes de impuestos	**S/. 2,629,699.90**	**24%**	**S/. 2,965,918.43**	**26%**	**S/. 3,324,993.29**	**27%**	**S/. 3,707,420.52**	**29%**	**S/. 3,648,735.31**	**27%**
(-) Impuesto a la renta (30%)	S/. 788,909.97	7%	S/. 889,775.53	8%	S/. 997,497.99	8%	S/. 1,112,226.15	9%	S/. 1,094,620.59	8%
(=) Utilidad antes de reserva legal	**S/. 1,840,789.93**	**17%**	**S/. 2,076,142.90**	**18%**	**S/. 2,327,495.30**	**19%**	**S/. 2,595,194.36**	**20%**	**S/. 2,554,114.72**	**19%**
(-) Reserva legal (hasta 10%)	S/. 184,078.99	2%	S/. 207,614.29	2%	S/. 232,749.53	2%	S/. 10,652.67	0%		0%
(=) Utilidad neta	**S/. 1,656,710.94**	**15%**	**S/. 1,868,528.61**	**16%**	**S/. 2,094,745.77**	**17%**	**S/. 2,584,541.69**	**20%**	**S/. 2,554,114.72**	**19%**

Elaboración Propia

AXIS DE LIMA

Tabla 8.10

Flujo neto de fondos económicos - escenario medio

Rubro	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversión total	-S/. 1,868,513.65					
Utilidad antes de reserva legal		S/. 1,840,789.93	S/. 2,076,142.90	S/. 2,327,495.30	S/. 2,595,194.36	S/. 2,554,114.72
(+) Amortización de intangibles		S/. 3,520.00	S/. 3,520.00	S/. 3,520.00	S/. 3,520.00	S/. 3,520.00
(+) Depreciación fabril		S/. 30,194.00	S/. 30,194.00	S/. 30,194.00	S/. 30,194.00	S/. 30,194.00
(+) Depreciación no fabril		S/. 15,212.16	S/. 15,212.16	S/. 15,212.16	S/. 15,212.16	S/. 15,212.16
(+) Gastos financieros x(1-0.3)		S/. 66,181.18	S/. 61,323.84	S/. 51,609.17	S/. 37,037.17	S/. 17,607.84
(+) Valor residual (valor en libros)						S/. 938,880.40
(+) Capital de trabajo						S/. 667,402.45
Flujo neto de fondos económicos	**-S/. 1,868,513.65**	**S/. 1,955,897.27**	**S/. 2,186,392.90**	**S/. 2,428,030.64**	**S/. 2,681,157.69**	**S/. 4,226,931.56**

Elaboración Propia

Tabla 8.11

Indicadores económicos de rentabilidad - escenario medio

Indicador	Cantidad
VAN económico	S/. 5,201,677.67
Relación B / C	3.78
TIR económico	113.56%

Elaboración Propia

Escenario Pesimista: 30%

Tabla 8.12

Estados de resultados para la vida útil del proyecto - escenario pesimista

Rubro	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
Ventas	S/. 8,825,600.00	100%	S/. 9,249,280.00	100%	S/. 9,693,440.00	100%	S/. 10,158,720.00	100%	S/. 10,651,520.00	100%
(-) Costo de ventas	S/. 5,113,183.20	58%	S/. 5,313,154.32	57%	S/. 5,522,791.36	57%	S/. 5,742,397.48	57%	S/. 5,974,992.28	56%
(=) Utilidad bruta	**S/. 3,712,416.80**	**42%**	**S/. 3,936,125.68**	**43%**	**S/. 4,170,648.64**	**43%**	**S/. 4,416,322.52**	**43%**	**S/. 4,676,527.72**	**44%**
(-) Gastos generales	S/. 3,194,572.36	36%	S/. 3,194,921.76	35%	S/. 3,195,287.96	33%	S/. 3,195,671.76	31%	S/. 3,196,078.16	30%
(-) Gastos financieros	S/. 94,544.54	1%	S/. 87,605.49	1%	S/. 73,727.39	1%	S/. 52,910.24	1%	S/. 25,154.05	0%
(+) Venta de activos en el mercado		0%		0%		0%		0%	S/. 469,440.20	4%
(-) Valor en libros de activos		0%		0%		0%		0%	S/. 938,880.40	9%
(=) Utilidad antes de impuestos	**S/. 423,299.90**	**5%**	**S/. 653,598.43**	**7%**	**S/. 901,633.29**	**9%**	**S/. 1,167,740.52**	**11%**	**S/. 985,855.31**	**9%**
(-) Impuesto a la renta (30%)	S/. 126,989.97	1%	S/. 196,079.53	2%	S/. 270,489.99	3%	S/. 350,322.15	3%	S/. 295,756.59	3%
(=) Utilidad antes de reserva legal	**S/. 296,309.93**	**3%**	**S/. 457,518.90**	**5%**	**S/. 631,143.30**	**7%**	**S/. 817,418.36**	**8%**	**S/. 690,098.72**	**6%**
(-) Reserva legal (hasta 10%)	S/. 29,630.99	0%	S/. 45,751.89	0%	S/. 63,114.33	1%	S/. 10,652.67	0%		0%
(=) Utilidad neta	**S/. 266,678.94**	**3%**	**S/. 411,767.01**	**4%**	**S/. 568,028.97**	**6%**	**S/. 806,765.69**	**8%**	**S/. 690,098.72**	**6%**

Elaboración Propia

Tabla 8.13

Flujo neto de fondos económicos - escenario pesimista

Rubro	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversión total	-S/. 1,868,513.65					
Utilidad antes de reserva legal		S/. 296,309.93	S/. 457,518.90	S/. 631,143.30	S/. 817,418.36	S/. 690,098.72
(+) Amortización de intangibles		S/. 3,520.00	S/. 3,520.00	S/. 3,520.00	S/. 3,520.00	S/. 3,520.00
(+) Depreciación fabril		S/. 30,194.00	S/. 30,194.00	S/. 30,194.00	S/. 30,194.00	S/. 30,194.00
(+) Depreciación no fabril		S/. 15,212.16	S/. 15,212.16	S/. 15,212.16	S/. 15,212.16	S/. 15,212.16
(+) Gastos financieros x(1-0.3)		S/. 66,181.18	S/. 61,323.84	S/. 51,609.17	S/. 37,037.17	S/. 17,607.84
(+) Valor residual (valor en libros)						S/. 938,880.40
(+) Capital de trabajo						S/. 667,402.45
Flujo neto de fondos económicos	**-S/. 1,868,513.65**	**S/. 411,417.27**	**S/. 567,768.90**	**S/. 731,678.64**	**S/. 903,381.69**	**S/. 2,362,915.56**

Elaboración Propia

Tabla 8.14

Indicadores económicos de rentabilidad - escenario medio

Indicador	Cantidad
VAN económico	S/. 490,825.73
Relación B / C	1.26
TIR económico	31.45%

Elaboración Propia

CAPÍTULO IX: EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO

9.1 Identificación de las zonas y comunidades de influencia del proyecto

Las urbanizaciones que están dentro de la zona de influencia del proyecto son:

- Sapotal 1era etapa
- Sapotal 2da etapa
- Pachacutec
- El trébol
- San Carlos
- Residencial Santa Anita
- Andahuaylas
- Los productores
- La encalada
- Los ángeles
- Sol de Vitarte Sector E
- Virgen del Carmen
- Las brisas de Ate
- Los portales de Javier Prado 2da etapa
- Los portales de Javier Prado 1ra etapa

Pertenecientes a los distritos de Ate Vitarte y Santa Anita.

Además, se encuentra la zona arqueológica de Puruchuco, el hospital Hermilio Valdizán y el Gran mercado Mayorista de Lima.

9.2 Impacto en la zona de influencia del proyecto

La instalación de la planta de producción de celdas de electrólisis tendrá un impacto altamente positivo en la zona donde operará. Esto es debido a que la comercialización de los productos terminados será dinámica y fácil.

Desde la perspectiva económica, el proyecto al ser viable, tendrá un impacto positivo en la economía de la zona debido a que se generarán nuevos puestos de trabajo y se re-invertirá cierto margen de utilidades en labores sociales para la prosperidad de las comunidades inmersas.

9.3 Impacto social del proyecto

El proyecto a investigar tiene un impacto social positivo, ya que se crearán puestos de trabajo, lo que conlleva a aumentar el bienestar social. Por otro lado, un beneficio que tiene la instalación de estos equipos en carros a combustión interna es que se reducen las emisiones de gases contaminantes, por lo que se tiene un impacto medio ambiental al poder funcionar los carros sin contaminar a sobremanera el medio ambiente.

Por otro lado, la instalación de esta fábrica aportaría a uno de los objetivos del país que extender el sector industrial.

Tabla 9.1

Evaluación social del proyecto

Evaluación Social (S/)	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**
Sueldos y salarios	3,724,530	3,724,530	3,724,530	3,724,530	3,724,530
Depreciación	45,406	45,406	45,406	45,406	45,406
Servicios	229,570	229,920	230,286	230,670	231,076
Gastos financieros	94,545	87,605	73,727	52,910	25,154
Utilidad antes impuesto	**2,801,501**	**3,139,117**	**3,499,656**	**3,883,619**	**4,296,000**
Impuesto a la renta 30%	840,450	941,735	1,049,897	1,165,086	1,288,800
Utilidad después imp.	**1,961,050**	**2,197,382**	**2,449,760**	**2,718,533**	**3,007,200**
Valor Agregado	6,895,552	7,226,578	7,573,605	7,937,135	8,322,166
Valor Agregado Actual	5,746,293	6,022,148	6,311,338	6,614,279	6,935,138
Valor Agregado Actual Acumulado	**5,746,293**	**11,768,441**	**18,079,780**	**24,694,059**	**31,629,197**

Elaboración Propia

Cálculo de la Densidad de Capital: Relación de la inversión del capital, versus empleo generado. Este indicador nos muestra el monto de inversión que se necesita para crear un puesto de trabajo.

$$\textit{Densidad de Capital} = \frac{\textit{Inversión Total}}{\textit{\# de Empleados}} = \frac{1{,}868{,}513}{18} = 103{,}806 \text{ S/./Empleo}$$

A partir de dicho cálculo se concluye que por cada 103, 806 soles invertidos se generará un puesto de trabajo.

Intensidad de Capital: Nos muestra la relación de la inversión total versus el valor agregado del proyecto. Nos permitirá medir cual es el grado de aporte del proyecto a través del nivel de la inversión para generar valor agregado sobre los insumos.

$$\textit{Intensidad de Capital} = \frac{\textit{Inversión Total}}{\textit{Valor Agregado}} = \frac{1{,}868{,}513}{31{,}629{,}197} = 0.05907557$$

A partir de dicho cálculo se concluye que se requiere 0.06 soles de inversión para generar una retribución a la sociedad con el valor agregado equivalente a un sol.

Producto/Capital: Llamado coeficiente de Capital. Mide la relación entre el valor agregado generado en el proyecto, versus el monto de la inversión total.

$$\textit{Producto - Capital} = \frac{\textit{Valor Agregado}}{\textit{Inversión Total}} = \frac{31{,}629{,}197}{1{,}868{,}513} = 16.9275$$

A partir de dicho cálculo se concluye que, por cada sol invertido en el proyecto, se retribuirá a la sociedad con el valor agregado equivalente a 16.93 soles.

En consecuencia, se puede afirmar que el proyecto tiene una significativa contribución a la sociedad.

CONCLUSIONES

Se concluye que es factible invertir en la instalación de una fábrica para manufacturar celdas de electrólisis debido a que existe la materia prima necesaria, mano de obra calificada, y tecnología disponible en el mercado para ser adquirida, de tal manera que sus operaciones no tendrían inconveniente alguno.

Además, el impacto social que generaría este proyecto es positivo, ya que se generarán puestos de trabajo, y mediante la utilización del producto en el parque automotor, las emisiones contaminantes se reducirán, beneficiando la salud de muchas personas.

Con respecto al impacto ambiental, se puede mencionar que se ha diseñado un proceso que requiere de poca energía y agua para operar generando, a su vez, pocos desperdicios que pueden ser posteriormente procesadas y recicladas, teniendo un funcionamiento ecológico, coherente con el producto que ayuda a generar combustiones completas en el funcionamiento automotriz, aumentando su eficiencia energética.

Se puede también llegar a la conclusión de que es un momento sinérgico para la inversión en este proyecto ya que el parque automotor crece cada vez a una tasa más acelerada, existiendo mayor preocupación por el medio ambiente y el ahorro.

La instalación de una planta de producción de celdas de electrólisis es factible debido a que su comercialización está garantizada y los resultados de la evaluación económica lo respaldan. Además de ser un producto muy innovador debido a que su implementación significaría un gran ahorro, también se cuenta con los recursos, tecnología y mano de obra, que facilitarían que este proyecto se lleve a cabo con gran éxito.

RECOMENDACIONES

Se deben realizar cálculos en los cuales se haga un análisis de sensibilidad teniendo como variable independiente el precio y como respuesta la demanda.

Además, se recomienda realizar un estudio más exhaustivo para ampliar el mix de marketing para ofrecer distintas presentaciones del sistema de hidrógeno vehicular, de tal modo que cumpla con los requerimientos de distintos tipos de máquinas como generadores eléctricos, camiones, buses, etc., de tal modo que el mercado objetivo sea más amplio.

También, se recomienda evaluar distintos materiales para optimizar el funcionamiento del sistema, de tal manera que se ofrezca un producto con mayor competitividad al mercado.

Debido a que este trabajo es preliminar y aun no se han revelado los cuellos de botella en la operación real, se recomienda que una vez instalado el proyecto, se realicen estudios de tiempos y movimientos para poder dar mayor precisión al diseño de las operaciones.

En un mundo globalizado, es importante tener noción de la demanda a nivel global que pueda tener un producto si es que se promociona a través de medios como el internet, de tal manera que se recomienda evaluar el costo que se incurriría en establecer esta unidad de negocio dentro del presente proyecto, y los beneficios que generaría para su desarrollo comercial.

Es recomendable también, realizar estudios sobre la factibilidad de, realizando una integración vertical hacia atrás, importar la materia prima requerida para el proyecto, para determinar si es costo beneficioso para los resultados económicos y financieros.

Es recomendable asumir un financiamiento con cuotas crecientes para poder hacer frente con mayor holgura al riesgo existente en el primer año, ya que se trata de un producto nuevo y existe la posibilidad de que exista resistencia al cambio o a la aceptación de nuevas tecnologías por parte del público objetivo.

El desarrollo de un proyecto de inversión deberá ser gestionado por procesos y no por áreas o departamentos para la ejecución de tareas. La gestión por procesos permitirá descubrir las fortalezas y debilidades del núcleo del negocio desde todos los puntos de vista integrando las distintas áreas que los componen y partir de ello facilitará elaborar estrategias de mejora, control y seguimiento.

A lo largo de la implementación del proyecto, la innovación tecnológica debe ser evaluada, de tal manera que la tecnología evolucione a la par de las utilidades generadas.

REFERENCIAS

Aceros Otero, (2012). Productos. Recuperado de: http://www.acerosotero.cl/productos.html

Blog corte y grabado, (2013). Limpieza de husillo de corte láser. Recuperado de: http://www.perezcamps.com/es/strong-mantenimiento-strong-para-las-strong-fresadoras-cnc-strong_8311

Campos Morote, M. A. (2006). Metodología para la implantación eficaz de un sistema de gestión de la calidad en una mediana empresa del sector metalmecánico. (Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial). Universidad de Lima.

Cassidy, J. (1977). *Emissions and total energy consumption of a multi cylinder piston engine running on gasoline and a hydrogen-gasoline mixture.* [versión PDF] Recuperado de: http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19770016170.pdf

Córdova Ramos, H. (2012). Implementación de una planta de fabricación y comercialización de electrodos. (Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial). Universidad de Lima.

Díaz, B, Jarufe, B., y Noriega, M. T. (2007). Disposición de planta (2.a ed.). Lima: Fondo Editorial Universidad de Lima

El Comercio (Productor). (2013). A un mes de la revocación: la gestión de Villarán en el transporte urbano. Recuperado de http://elcomercio.pe/sociedad/lima/mes-revocacion-gestion-villaran-transporte-urbano-noticia-1539457

El Comercio (Productor). (2012). Conversión de vehículos a gas natural crecería a 25.000 unidades por año. Recuperado de: http://elcomercio.pe/economia/peru/conversion-vehiculos-gas-natural-creceria-25000-unidades-ano-noticia-1383597

Fabricators and Manufacturers Association, (2014). Metal Cutting Types. Recuperado de: https://www.fmanet.org/

HHO Plus Lda., (2008). Alternative Energies. Recuperado de: http://www.hho-plus.com/content/19-tecnologia

Indeci (Productor), (2004). Norma Técnica Peruana NTP 399.010-1, (2004). [versión PDF] Recuperado de: http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc709/doc709-8.pdf

INEI (Productor), (2011). Perú: Proyecciones Del parque vehicular estimado, según clase Del vehículo: 2012-2013. Recuperado de: https://www.inei.gob.pe

Insumos Global, (2014). Manguera Trenzada Transparente de PVC. Recuperado de: http://www.insumosglobal.com/manguera-trenzada-transparente-de-pvc/

Klinge Ambrosini, F. (2000). Estudio de pre-factibilidad para la implementación de una empresa de sistemas duales de GLP en vehículos a gasolina. (Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial). Universidad de Lima.

Lh-kj Corp, (2012). Custom Industrial Laser Cutting Services. Recuperado de: http://kjlasermicromachining.com/capabilities/laser-cutting/

Meyer S., (1991). Inertial confinement fusion with advanced ignition schemes: Fast ignition and shock ignition. [versión PDF] Recuperado de: http://gaps.ing2.uniroma1.it/~atzeni/Presentations/Atzeni-SUSSP68_lectures_1and_2_rev1.pdf

Ministerio Del Trabajo, (2013). Elementos Para La Determinación Del Costo Horario De Los Equipos y La Maquinarias Del Sector Construcción. [versión PDF] Recuperado de: http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/difusion/eventos/iquitos/Norma_Elementos_para_la_Determinacion_Costo_Horario.pdf

MPW Industriales, (2015). Máquina de Prensa Hidráulica. Recuperado de: http://www.directindustry.es/fabricante-industrial/prensa-hidraulica-63048.html

MTC, (2015). Anuario Estadístico 2015. Recuperado de: https://www.mtc.gob.pe/estadisticas/publicaciones/anuarios/ANUARIO_ESTADISTICO_2015.pdf

Ocean Go Ltda. (2014). Hydrogen System. Recuperado de: https://ocean-go.en.made-in-china.com/

Osinermin, (2015). Regulación Tarifaria de Electricidad. [versión PDF] Recuperado de: http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/regulacion-tarifaria/procesos-regulatorios/electricidad

Peña Valladares, C. E. (2011). Estudio preliminar para la instalación de una planta metalmecánica para la fabricación de tubos casing para la industria petrolera (Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial). Universidad de Lima.

Plásticos Bogoan, (2013). Corte Láser. Recuperado de: http://www.plasticosbogoan.es/corte-laser

Yilmaz, A. C. (2010). Effect of hydroxy (HHO) gas addition on performance and exhaust emissions in compression ignition engines. [versión PDF] Recuperado de: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360319910013595

BIBLIOGRAFÍA

Malhotra, N (2008) *Investigación de mercados.* México: Prentice Hall

John O'M. Bockris, y Amulya K. N. Reddy (1978) *Electroquímica moderna.* (Vol 1-2) Barcelona: Editorial Reverte

Goñi J.C. (2009) *Máquinas hidráulicas y térmicas.* Lima: Fondo Editorial Universidad de Lima

Goñi J.C. (2009) *Máquinas, instrumentos y procesos de manufactura*. Lima: Fondo Editorial Universidad de Lima

ANEXOS

COFIDE: PROGRAMAS Y LÍNEAS DE FINANCIAMIENTO

PROGRAMAS	DESTINO	PLAZOS [1]		MONTOS	ESTRUCTURA DE FINANCIAMIENTO
		PAGO	GRACIA		
PROGRAMAS MULTISECTORIALES DE INVERSIÓN					
PROBID	Inversión. Exportación de bienes de capital. Capital de trabajo estructural.	15 años	De acuerdo al proyecto.	Hasta US$20'000,000 por proyecto.	Hasta el 100% del requerimiento.
MULTISECTORIAL NUEVOS SOLES	Inversión. Capital de trabajo.	10 años	2 años	Hasta S/.10'000,000 por Subprestatario.	Hasta el 100% del requerimiento.
PROGRAMAS MYPES					
MICROGLOBAL Micro Empresa [2]	Inversión. Capital de trabajo.	4 años	1 año	Máximo US$10,000 por Subprestatario. La cartera promedio de la IFI, no excederá de US$5,000.	Hasta el 100% del requerimiento.
PROPEM Pequeña Empresa [3]	Inversión.	10 años	De acuerdo al proyecto	Hasta US$300,000 por Subprestatario.	Hasta el 100% del requerimiento.
	Capital de trabajo.	3 años	1 año	Hasta US$70,000 por Subprestatario.	
HÁBITAT PRODUCTIVO	Capital de trabajo. Adquisición maquinarias y equipos.	4 años	1 año	Máximo US$10,000. La cartera promedio no excederá de US$3,000.	Hasta el 100% del requerimiento.
	Adquisición, construcción, ampliación y mejoras de locales de negocios y viviendas.	7 años	1 año	Máximo US$10,000. La cartera promedio no excederá de US$6,000.	
CRÉDITOS SUBORDINADOS	• Fortalecimiento del patrimonio efectivo de las IFIES elegibles. • Ampliar servicios financieros a favor de las PYMES.	Mínimo: 8 años Máximo: 10 años	5 años	Máximo US$2'000,000 por IFIE.	Hasta el 100% del monto solicitado por la IFIE.
FONDEMI	Inversión Capital de Trabajo	2 años	1 año	Máximo US$10,000 por Subprestatario	Hasta el 100% del requerimiento.

PROGRAMAS DE CAPITAL DE TRABAJO

CORTO PLAZO	Capital de trabajo.	Máximo 360 días		Sujetos a disponibilidad de COFIDE.	Hasta el 100% del requerimiento.
MEDIANO PLAZO - ME	Capital de trabajo.	7 años	2 años	Hasta US$5'000,000 por Subprestatario.	Hasta el 100% del requerimiento.

PROGRAMAS DE COMERCIO EXTERIOR

FIMEX	Importaciones	Máximo un año.		Mínimo US$20,000.	Hasta el 100% del requerimiento.
FIEX	Pre y Post Embarque	Máximo un año		Mínimo US$20,000.	Hasta el 100% del requerimiento.
	Capital de Trabajo	3 años	1 año	Hasta US$3'000,000	Hasta el 100% del requerimiento.
	Inversión y Exportaciones de bienes de capital	15 años	De acuerdo al proyecto	Hasta US$20'000,000	Hasta el 100% del requerimiento.
IMPORT –CHILE	Bienes durables, bienes de capital y servicios, proyectos llave de mano	Hasta 10 años		Mínimo US$20,000	Hasta el 100% del suministro.
IMPORT – EURO-USA	Bienes de capital procedentes de Alemania, otros países de Europa y USA.	Hasta 5 años.		Mínimo 500,000 Euros o su equivalente en US$.	Hasta el 85% del valor de suministro.
IMPORT - HUNGRÍA	Bienes, servicios y proyectos procedentes de Hungría	Hasta 5 años		Mínimo US$50,000	Hasta el 85% del valor del suministro.
IMPORT – PAÍSES NÓRDICOS	Bienes, servicios y proyectos	Hasta 8 años		Mínimo US$20,000	Hasta el 50% del costo total del suministro.

PROGRAMAS HIPOTECARIOS

FONDO MIVIVIENDA	Adquisición de vivienda en primera venta	Hasta 20 años.		Hasta el 90% del valor máximo de la vivienda (35 UIT)	
COFICASA	Compra, construcción, ampliación o remodelación de viviendas.	Hasta 25 años.		Hasta 80% del valor de la vivienda o del valor de tasación, el que resulte menor. El monto máximo del valor de la vivienda será de US$120,000.	
MICROCRÉDITO HABITACIONAL	Construcción, ampliación, mejoras, adecuación y refacción de vivienda, conexión de servicios y adquisición de terreno destinado a vivienda	5 años	1 año	Máximo US$5,000 por Subprestatario.	Hasta el 100% del requerimiento.

PROGRAMAS DE CAPACITACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

COFIESTUDIOS	Estudios de postgrado y especialización.	7 años	2 años	Máximo US$20,000 por Subprestatario.	Hasta el 100% del requerimiento.
COFIDE TECNIFICA	Capacitación del personal: • Estudios de especialización o transferencia de tecnología. • Contratación de expertos o consultores.	4 años	1 año	Máximo US$100,000 por operación.	Hasta el 100% del requerimiento.

OTROS PROGRAMAS

CENTROS URBANOS	Restauración, reparación, reconversión, mejoras y/o ampliación de inmuebles ubicados en centros urbanos con fines de vivienda o desarrollo de un proyecto productivo o de servicio.	15 años	1 año	Máximo US$50,000 por Subprestatario.	Hasta el 100% del requerimiento.