

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE DE CONCEPCIÓN - REY BALDUINO DE BÉLGICA

**Estudio de factibilidad técnico-económica de instalación de celdas fotovoltaicas
para alimentación de empresa Molinera de trigo ubicada en la comuna de Mulchén.**

Trabajo de Titulación para optar al Título de
Ingeniero Ejecución Mecánico de Procesos y
Mantenimiento Industrial

Alumno: Maciel Rios Valenzuela

Profesor Guía: Eduardo Aracena Cuellar

DEDICATORIA

A mi madre.

RESUMEN

En la actualidad, cada día están tomando más fuerza, las Energías Renovables No convencionales, ya sea debido al alza en los costos de obtención de energía mediante los métodos tradicionales o por el impacto ambiental que estas causan.

Es por esto que buscar alternativas de funcionamiento sustentables para las empresas, que combine el crecimiento tanto económico como la disminución de su impacto ambiental resulta de vital importancia. De esta forma no solo se está viendo potenciado el ámbito medio ambiental, sino que también se crea una independencia energética por parte de las industrias con un bajo costo de mantenimiento y larga vida útil.

Dentro de esta propuesta, se consideran todos los factores de funcionamiento de la empresa en cuestión, por lo que se realiza un modelo adaptado a los requerimientos específicos de esta, para así realizar una evaluación económica lo más fiel posible y cercana a la realidad.

La idea es determinar la factibilidad tanto técnica como económica de este proyecto con el fin de determinar si es rentable o no implementarla, tomando en cuenta el capital necesario para la puesta en marcha y la futura mantención de esta misma.

INDICE DE MATERIAS

1. INTRODUCCION	1
1.1. OBJETIVOS.....	3
1.1.1. GENERAL	3
1.1.3. METODOLOGIA	3
2.1.1. RECURSOS DISPONIBLES Y MATRICES ENERGETICAS	4
2.1.2. PANORAMA ENERGÉTICO EN CHILE	8
3. RESULTADOS.....	14
3.1. DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y PRODUCTIVA DE INSTALACIONES.	14
3.1.1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO	14
3.1.2. DETALLAMIENTO DE EQUIPOS Y SU FUNCIÓN	16
3.1.3. DESGLOSE DE EQUIPOS SEGÚN COMPONENTES	25
3.1.4. METRICAS PRODUCTIVAS	29
3.1.5. DATOS TÉCNICOS DE PLACA MOTORES ELÉCTRICOS	30
3.2. RELACIÓN COMPARATIVA ENTRE DEMANDA Y PROPUESTA.	37
3.2.1. CONSUMO ENERGÉTICO GENERAL DE LAS INSTALACIONES.	37
3.2.2. CONSUMO ENERGÉTICO TEÓRICO ESPECIFICO DE CADA EQUIPO.	38
3.2.3. DIAGRAMA DE PARETO ELABORADO A PARTIR DE TABLA DE CONSUMOS	40
3.2.4. PROPUESTA INSTALACIÓN CELDAS FOTOVOLTAICAS.	41
3.2.4.1. DATOS TÉCNICOS GENERALES	42
3.2.4.2. RESULTADOS DE SIMULACIÓN DEL SISTEMA COMPLETO	44
3.2.4.3. CURVAS DE RENDIMIENTO SEGÚN TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO.	45
3.2.4.4. DATOS TECNICOS CELDAS FOTOVOLTAICAS	46
3.2.4.5. CARACTERISTICAS INVERSOR FRONIUS ECO SERIES TRIFÁSICO.	49
3.2.4.6. ENERGIA SUMINISTRADA POR EL INVERSOR.....	50
3.2.4.7. DATOS TECNICOS INVERSOR FRONIUS ECO SERIES TRIFASICO.....	52

3.2.4.8. CONEXIÓN A LA LINEA	55
3.3. EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	56
3.3.1. ADQUISICIÓN DE LA MATERIA PRIMA.....	56
3.3.2. COTIZACIÓN PROYECTO	58
3.3.3.1. FLUJO DE CAJA PURO	60
CONCLUSIÓN.....	65
BIBLIOGRAFIA	67
ANEXOS	68

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Oferta eléctrica mundial.....	5
Figura 2: Generación eléctrica bruta Alemania 2016.	6
Figura 3: Realidad en el mundo de las ERNC.	7
Figura 4: Demanda eléctrica en Chile.	8
Figura 5: Estadísticas generales de ERNC.	12
Figura 6: Diagrama de flujo del proceso productivo.	15
Figura 7: Consumo energético general de instalaciones.	37
Figura 8: Diagrama de Pareto de consumos eléctricos.	40
Figura 9: Diagrama representativo de instalación de equipos solares.	41
Figura 10: Curvas rendimiento según temperatura de funcionamiento.	45
Figura 11: Energía suministrada por el inversor durante el primer año.	50
Figura 12:Curvas de rendimiento inversor.	51
Figura 13:Curvas de rendimiento inversor.	51
Figura 14: Condiciones de instalación cableado.	55
Figura 15: Cotización proyecto celdas fotovoltaicas.	58

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Detallamiento de equipos y su función.	24
Tabla 2: Desglose de equipos por componentes principales.....	28
Tabla 3: Métricas productivas.....	29
Tabla 4: Datos técnicos de placa motores eléctricos.	36
Tabla 5: Consumo específico de motores según datos de placa.	39
Tabla 6: Datos técnicos generales del proyecto.	43
Tabla 7: Resultados simulación de parámetros del sistema.	44
Tabla 8: Datos técnicos celdas fotovoltaicas.....	48
Tabla 9: Datos técnicos inversor trifásico.....	54
Tabla 10: Precios compra trigo según temporada.	56
Tabla 11: Flujo de caja puro.	60
Tabla 12: Flujo de caja financiado.	61
Tabla 13: Calculo cuota crédito caso 2.	62
Tabla 14: Flujo caja semi-financiado.	63
Tabla 15: Datos crédito caso 3.	64
Tabla 16: Datos cuota crédito caso 3.	64

1. INTRODUCCION

El proceso de la molienda del trigo es sin duda uno de los más antiguos que podemos registrar, si bien se ha ido sofisticando y modernizando con el paso de los años en rigor sigue consistiendo en lo mismo, convertir el grano bruto en la partícula más mínima y refinada posible.

Si en un comienzo los molinos se alimentaban de la fuerza motriz del agua mediante una rueda que hacia girar las piedras de molienda para luego pasarlos de forma manual por los tamices separadores, hoy en día se utilizan motores eléctricos, cilindros metálicos y harneros de múltiples niveles que hacen mucho más rápido, eficiente y menos engorroso el proceso, logrando aprovechar todo el subproducto que se desprende durante la transformación.

Al hacer un balance comparativo general a lo largo del tiempo es evidente como la fuente de energía utilizada para movilizar el proceso, se ha vuelto cada día menos eco-amigable y más costosa, causando grandes impactos debido a la alta demanda que poseen. Esto va directamente relacionado con la poco conveniente dependencia de sistemas interconectados para funcionar al no poseer fuentes de respaldos en casos de emergencia.

Es por esto que es de gran importancia buscar alternativas de funcionamiento para estas empresas que relacionen su alta demanda energética con un desarrollo sustentable de su entorno, causando el menor impacto posible sin ver afectada su productividad ni su rentabilidad económica.

El siguiente proyecto tiene como finalidad evaluar económicamente una propuesta de funcionamiento en base a celdas foto voltaicas que abastezcan una parte del requerimiento energético de un Molino de trigo ubicado en la comuna de Mulchén, instalaciones pertenecientes a la empresa Molinera del Rey. Esta correspondería a aproximadamente al 30% del total del consumo eléctrico de máquinas, lo cual en cifras significaría aproximadamente 30 MWh, correspondiente a los motores de menor potencia de forma que, si el proyecto resultara no viable aun se podría funcionar conectado a la red del sistema interconectado central.

En términos económicos la implementación y puesta en marcha de un proyecto de esta envergadura significaría en términos económicos, un valor de 33 millones de pesos aproximadamente, en los cuales están considerados los equipos necesarios, los insumos para

su conexión con la instalación original y la mano de obra calificada para realizar este tipo de tareas.

La evaluación económica es realizada de forma que se proponen tres posibles escenarios de financiamientos: sin crédito, la mitad del proyecto financiado mediante crédito y totalmente financiado por crédito. Con el fin de determinar de qué forma es más conveniente para los números de la empresa implementar un proyecto de esta envergadura. Una vez realizada la evaluación se puede apreciar que la opción más conveniente corresponde a la alternativa con el total del valor financiado por crédito, esta entrega un TIR de un 247% y un Payback de 3 meses, pagando las cuotas del crédito en un plazo de 5 con una tasa de interés del 2,55%.

1.1.OBJETIVOS

1.1.1. GENERAL

Evaluar la factibilidad técnico-económica de instalación de celdas fotovoltaicas para alimentar máquinas de alto consumo.

1.1.2. ESPECIFICOS

- Realizar levantamiento de indicadores productivos y técnicos de las instalaciones.
- Comparar la demanda real de energía de cada proceso y la que se podría suministrar mediante paneles.
- Evaluar económicamente el proyecto.

1.1.3. METODOLOGIA

Para llevar a cabo la realización de los objetivos específicos anteriormente planteados se realizarán 3 tareas fundamentales. En primer lugar, la recopilación de toda la información técnico-productiva de las instalaciones. En segundo lugar, comparar los datos reales de funcionamiento con los supuestos contenidos en la propuesta. Por último, evaluar económicamente la factibilidad de la implementación de dicho proyecto para así obtener conclusiones y entregar sugerencias congruentes con los resultados obtenidos.

2. DESARROLLO

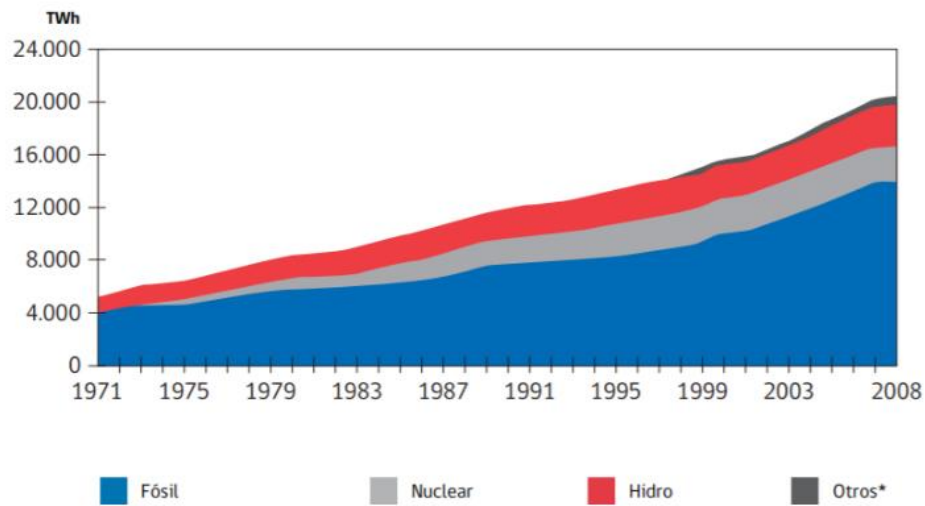
2.1. MARCO TEORICO

2.1.1. RECURSOS DISPONIBLES Y MATRICES ENERGETICAS

Al observar un mapa de la extensión territorial de Chile, es evidente la variedad de recursos naturales con los cuales contamos, con 4300 km de largo y 177 km de ancho, esto significa un aproximado de 756102 km² de superficie, entre los cuales encontramos miles de ríos, lagos, montañas, planicies, el desierto más árido del mundo, glaciares y océanos, lo cual podemos traducir en una variedad climática inmensa a nuestra disposición.

Si nos dedicamos a analizar el progreso de la matriz energética tanto a nivel mundial y como país a lo largo de los años, nos encontraremos con que las principales fuentes de energía por ejemplo en la década de los 80 se encontraba en los combustibles fósiles, de igual forma en los años 90 y 2000, parecía imposible encontrar otro/s suministro que diera abasto a la creciente demanda que iba de la mano con la incipiente industrialización y explotación de los recursos disponibles en nuestro territorio y que al mismo tiempo fuera rentable para la clase política y empresarial.

Oferta eléctrica mundial



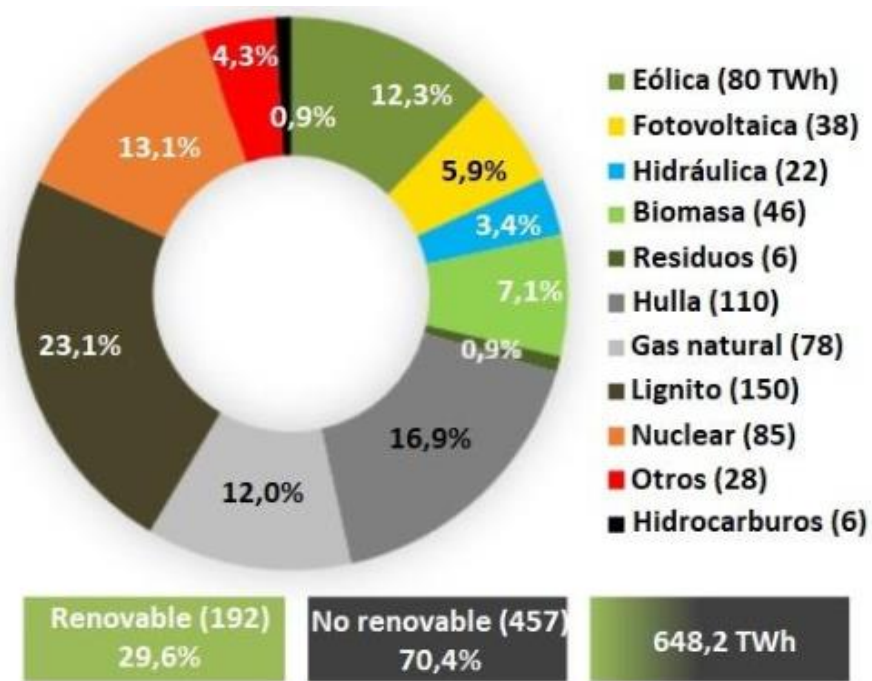
FUENTE: KEY WORLD ENERGY STATISTICS 2010; AIE

Figura 1: Oferta eléctrica mundial

Si bien con el paso de los años estas cifras han ido variando de forma positiva ampliando la participación de las energías renovables en las matrices de los principales países desarrollados de Europa, tales como Alemania, país considerado como una de las principales potencias económica del viejo continente el cual al día de hoy cuenta con cerca de 23.000 turbinas para destinadas a la producción de electricidad con energía eólica y más de 1,4 millones de instalaciones de energía solar fotovoltaica. Esto además de contar con un plan de transición energética llamado "Energiewende", el cual tiene entre sus objetivos igualar o superar el 35% de electricidad producida con fuentes renovables (con relación al consumo eléctrico) en 2020, el 50% en el año 2030 y el 80% en el 2050.

Proyecciones que parecen ambiciosas, pero no imposibles, si se observa el progreso de su matriz y su creciente eficiencia energética.

Generación eléctrica bruta en Alemania en 2016 (TWh)



Nota: los residuos se incluyen dentro de la generación renovable

FUENTE: ENERGIEWENDE ALEMANIA.

Figura 2: Generación eléctrica bruta Alemania 2016.

Realidad en el mundo de las energías renovables no convencionales

Tecnología	Total Mundial		Mayor País Generador	GWh	% de su Matriz	Mayor central actualmente inyectando	País	MW
	GWh	%						
Biomasa	267.083	1,3%	EEUU	72.391	1,7%	Alholmens Kraft Power Station	Finlandia	265
Eólica	218.504	1,1%	EEUU	55.696	1,3%	Roscoe Wind Farm (año 2010)	EEUU	781
Geotermia	64.608	0,3 %	EEUU	17.014	0,4%	Malitbog Power Station	Filipinas	233
Solar	12.914	0,1%	Alemania	4.420	0,7%	Mojave (CSP año 2010)	EEUU	350
Marina	546	0,003%	Francia	513	0,1%	La Rance	Francia	240

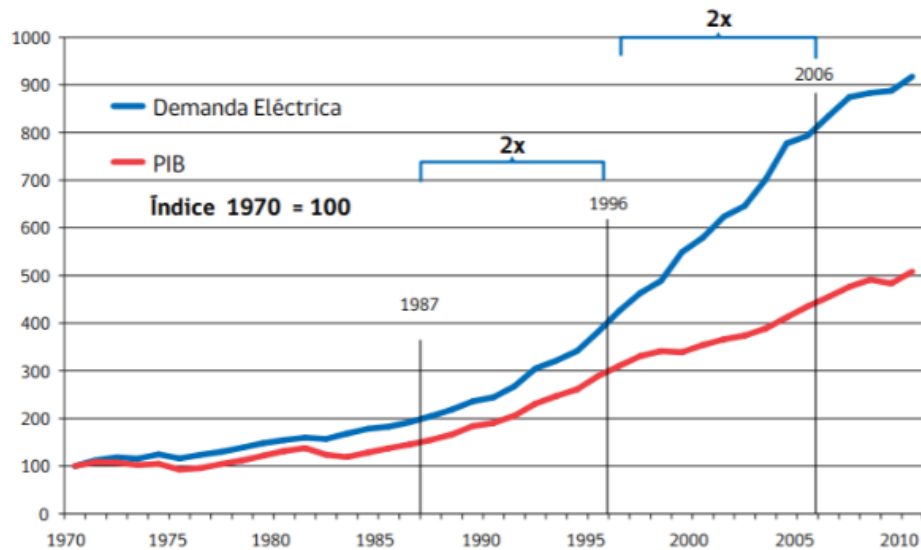
FUENTE: MINISTERIO DE ENERGÍA Y CENTRO DE ENERGÍAS RENOVABLES EN BASE A LA INFORMACIÓN DE LA AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA 2010 (DATA 2008) Y A INFORMACIÓN INTERNACIONAL.

Figura 3: Realidad en el mundo de las ERNC.

2.1.2. PANORAMA ENERGÉTICO EN CHILE

En el caso de Chile debido a su exponencial crecimiento industrial a lo largo de los últimos años la demanda energética es algo que va en constante aumento según un estudio realizado por el ministerio de energía.

Demanda eléctrica en Chile



FUENTE: AIE & MINISTERIO DE ENERGÍA (BALANCE DE ENERGÍA), 2010.

Figura 4: Demanda eléctrica en Chile.

Nos hemos visto en la necesidad de buscar formas de abastecer la creciente demanda energética, de la mano de un desarrollo sustentable de nuestro país, darnos cuenta de que por lejana que parezca la realidad de los países desarrollados puestos como ejemplo, se puede lograr una matriz energética más limpia y eficiente que favorezca tanto las necesidades industriales como domésticas de nuestro país.

Es por esto que cabe preguntarse, ¿Qué es lo que hacía falta para empezar a aprovechar aquello que hemos tenido disponible todo este tiempo, que no es necesario importar desde otro país y que al parecer no tiene fin?, cual es la diferencia entre aquellos países con una

matriz energética responsable y Chile? La respuesta es ninguna. ¿Por qué preferimos formas de energía que dañan tanto nuestra flora, fauna, ecosistemas y hasta nuestra salud?

De esta forma comenzamos a abrir los ojos a estas nuevas formas de energía y el universo de posibilidades que desprendemos de tantos ríos a nuestro alcance, el potencial eólico, geotérmico, marítimo y solar, desplazando de a poco las formas sucias y contaminantes de alimentación energética, que si bien, son mucho más rentables económicamente, tienen una vida útil limitada y su impacto es grotesco.

En un estudio realizado por el centro de políticas públicas de la universidad Católica, se habla sobre cómo han ido surgiendo las diferentes políticas de fomento para el desarrollo de estas nuevas formas de energía, los métodos mediante los cuales se pretende dar la gran entrada de las Energías renovables no convencionales a la demandante matriz energética chilena, amortiguando de esta forma los elevados costos de inversión inicial que han sido el principal factor limitante para un óptimo desarrollo.

En el año 2009, solo el 2,7% de la matriz energética chilena provenía de fuentes de ERNC (Palma, Jiménez y Alarcón, 2009). Al año 2012, dicha cifra aún no alcanzaba el 4% del total de la matriz energética. Durante los años 2004 y 2005, el Estado realizó algunas modificaciones a la Ley General de Servicios Eléctricos (DFL1) mediante la Ley 19.940 y la Ley 20.018, también conocidas como Ley Corta 1 y 2, respectivamente. Estas leyes intentaron en primer lugar mejorar los sistemas de tarificación en la transmisión y posteriormente en la generación. Además, incorporaron algunas ventajas comparativas para las ERNC de forma de asegurar un trato no discriminatorio para este tipo de energías en el mercado eléctrico. La Ley Corta 1 tenía como objetivo mejorar la tarificación en el sector de la transmisión eléctrica. Adicionalmente, dicha ley incentiva un trato igualitario a las ERNC, abriendo el mercado mayorista a generadores pequeños, menores de 9 MW, y garantizando el acceso a las redes de distribución. Además, esta ley establece la exención del pago de peaje troncal para la transmisión de las ERNC, siendo esta exención total para las centrales menores a 9 MW, y parcial para las centrales mayores a 9 MW y menores a 20 MW.

La Ley Corta 2, por su parte, estableció que las distribuidoras deben disponer de contratos de suministro para sus clientes regulados para, a lo menos, los siguientes tres años. Estos contratos de suministro deben ser realizados mediante licitaciones públicas y abiertas, dándose la posibilidad a las distribuidoras de poder realizar dichas licitaciones en forma conjunta. Esta ley reserva un 5% de los bloques de licitación para energías renovables, en condiciones de precio similares a las empresas generadoras que logren contratos con las distribuidoras. Si bien estas leyes crearon una base para la entrada de generadores de ERNC al sistema, no fueron suficientes para incentivar masivamente la inversión en ERNC. Por un lado, la exención del peaje establecida en la Ley Corta 1 solo beneficia hasta 20 MW de potencia. Por otra parte, la Ley Corta 2 no obligó a las empresas

distribuidoras a firmar ningún contrato con cierta exclusividad de ERNC. De esta forma, en marzo de 2008 fue promulgada la Ley 20.257 (o Ley de Energías Renovables No Convencionales) ante la necesidad de dar un mayor impulso a las inversiones en ERNC y acelerar el desarrollo de este mercado en Chile. Esta ley considera como fuentes de ERNC a las energías geotérmica, solar, eólica, de biomasa y biogás, de los océanos e hidráulica con una potencia máxima de 20 MW, además de considerar otras posibles fuentes renovables que contribuyan a diversificar las fuentes de abastecimiento y tengan un bajo impacto ambiental. La Ley de Energías Renovables No Convencionales estableció varias modificaciones a favor de los generadores de ERNC, entre las que se pueden contar las siguientes:

En primer lugar, establece una obligación para las empresas eléctricas con capacidad instalada superior a 200 MW que efectúen retiros de energía desde los sistemas eléctricos con el fin de comercializarla con distribuidoras o clientes finales, de certificar ante la dirección de peajes del Centro de Despacho Económico de Carga (CDEC) que una cantidad equivalente de 10% proviene de medios de generación renovable no convencionales, ya sea propios o contratados.

En segundo lugar, para dar mayor flexibilidad a la acreditación, esta puede ser realizada a partir de inyecciones de ERNC hechas a sistemas eléctricos durante el año anterior. Asimismo, puede acreditarse la obligación con traspasos de excedentes de una empresa a otra, incluso entre sistemas. Igualmente, puede postergarse la obligación con un tope de hasta un 50% por un año, previo aviso a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC).

Por último, el porcentaje por acreditar será inicialmente de un 5% para los años 2010 a 2014, aumentando progresivamente en 0,5% anual desde el año 2015 en adelante hasta alcanzar el 10% en 2024.

En caso de no cumplir con la obligación, se establece una multa de 0,4 UTM (alrededor de US\$30) por cada MWh de déficit respecto de la obligación. En caso de incurrir nuevamente en el incumplimiento de la obligación dentro de los tres años siguientes, la multa será de 0,6 UTM por MWh de déficit.

La obligación contemplada por la ley se aplicará a todos los retiros de energía con fines de comercializarse, ya sea con distribuidoras o clientes finales, cuyos contratos se suscriban a partir del 31 de agosto de 2007. Además, se considerarán solo aquellos generadores interconectados a los sistemas eléctricos después del 1º de enero de 2007.

Adicionalmente, se ha fomentado la evaluación de proyectos de ERNC a través de la CORFO mediante un subsidio para estudios de pre-inversión o asesorías especializadas en proyectos de generación que sean elegibles de acuerdo al Protocolo de Kyoto. Se creó también otro subsidio adicional para financiar parte de los estudios que se realicen en las fases avanzadas de proyectos de ERNC.

A lo anteriormente señalado se han sumado otros incentivos monetarios, a través de la creación del Crédito CORFO ERNC, un crédito a largo plazo para financiar a empresas que desarrollen proyectos en materia de ERNC, tanto para generación como para distribución. La CORFO también

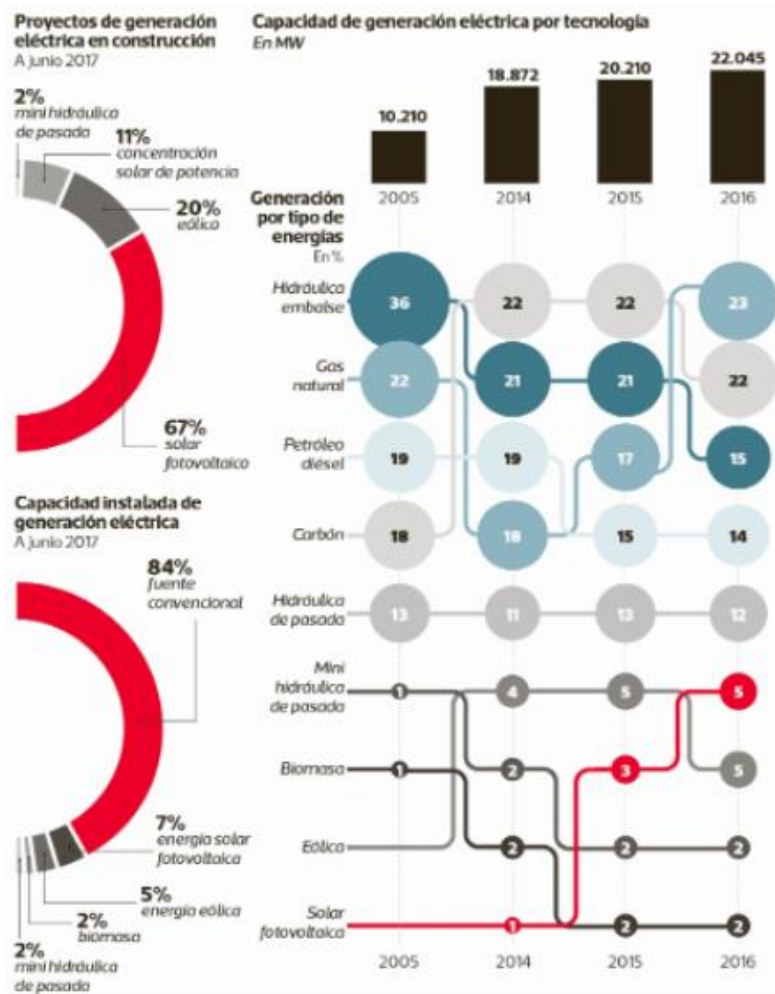
cuenta con un programa de atracción de inversiones en ERNC, a través del cual se hace promoción nacional e internacional a la cartera de proyectos y se organizan rondas de encuentros de negocios. Recientemente, se ha dado un nuevo impulso para las ERNC a través de la conformación de la Comisión Asesora de Desarrollo Eléctrico (CADE), convocada por el gobierno del presidente Sebastián Piñera, y en cuyo informe de resultados se sugiere que las energías renovables adquieran un mayor protagonismo en nuestro país a medida que se vayan haciendo más baratas. Señala que las ERNC minihidráulicas compiten perfectamente con las tecnologías convencionales, pero no así otras energías como la eólica, dado que los lugares donde se han instalado no han sido los más adecuados. La CADE también sugiere profundizar el objetivo de penetración de las energías renovables de la Ley 20.257, desde un 10% a un 15% al 2024.

Pese a que la CADE reconoce que hay un enorme potencial de energías renovables en Chile, sugiere no forzar una política de penetración de energías renovables a través de subsidios, como se ha realizado en otros países, sino que entren a competir de igual a igual por mejores precios. (Enzo E. Sauma, 2012)

Es de esta misma forma que la energía solar fotovoltaica ha ido tomando terreno en nuestro país, si bien en los anuarios de la Comisión nacional de Energía, hasta hace una década ni siquiera aparecía, al día de hoy representa el 44% de la generación de ERNC.

En esta área Chile tiene el potencial más alto del mundo, debido a que el desierto de Atacama tiene los sectores con más alta radiación en el planeta. En la cordillera de Domeyko, por ejemplo, una cadena montañosa con elevaciones de hasta 5.000 metros, la radiación anual llega a los 310 Watts por metro cuadrado (puede llegar a los 325-330 W/m²), e incluso cuando hay nubes ofrece un promedio de más de 300 W/m², según un estudio realizado por investigadores de la U. de Chile en 2015. Al mediodía se pueden superar los 1.000 W/m² en algunas zonas de la ciudad de Calama.

Estadísticas generales de Energías renovables no convencionales



FUENTE: REPORTE MENSUAL ERNC CNR, ANUARIO CNE 2015.

Figura 5: Estadísticas generales de ERNC.

Según datos del Ministerio de Energía, los proyectos de energía solar pasaron de uno en 2012 a 21 en 2016. Hasta el año recién pasado se encontraban siete nuevos proyectos funcionando y 12 en pruebas. Entre 2012 y 2017 suman una potencia bruta de 1.826,8 MW.

La política de energía a 2050, pretende alcanzar el 70% de generación con energías renovables, una de las metas es, de hecho, que al año 2035 Chile se convierta en exportador de tecnología y servicios para la industria solar.

Metas que hace unos años creíamos imposibles, al día de hoy se ven muy cercanas si consideramos que el precio de la energía solar está cada vez a un costo cada día más accesible, alcanzando incluso a las fuentes convencionales de energía.

De esta manera y teniendo a la vista todos los antecedentes de disponibilidad de fuentes de energía renovables, este estudio considerará evaluar técnica y económicamente la implementación de celdas fotovoltaicas en las instalaciones de la Molinera del Rey en la ciudad de Mulchén a modo de determinar si es factible para las condiciones de operación presentes en dicha instalación.

3. RESULTADOS

3.1.DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y PRODUCTIVA DE INSTALACIONES.

3.1.1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO

Para explicar de forma gráfica y funcional cual es el proceso al cual se ve sometido el grano de trigo desde su llegada a la planta, los diversos procesos de limpieza a los cuales se ve sometido para eliminar las impurezas tales como polvo, paja, piedras o cualquier elemento extraño que pudiera traer consigo desde los lugares de cosecha. Una vez limpio se inicia el proceso de transformación del grano, lo cual consiste básicamente en disminuir cada vez más el tamaño de este, separándola de su cascara dando origen al subproducto de este proceso: el afrecho.

Aquí se especifican de forma general los nombres de las áreas o equipos por las cuales van circulando los productos, en el orden exacto en que van ocurriendo.

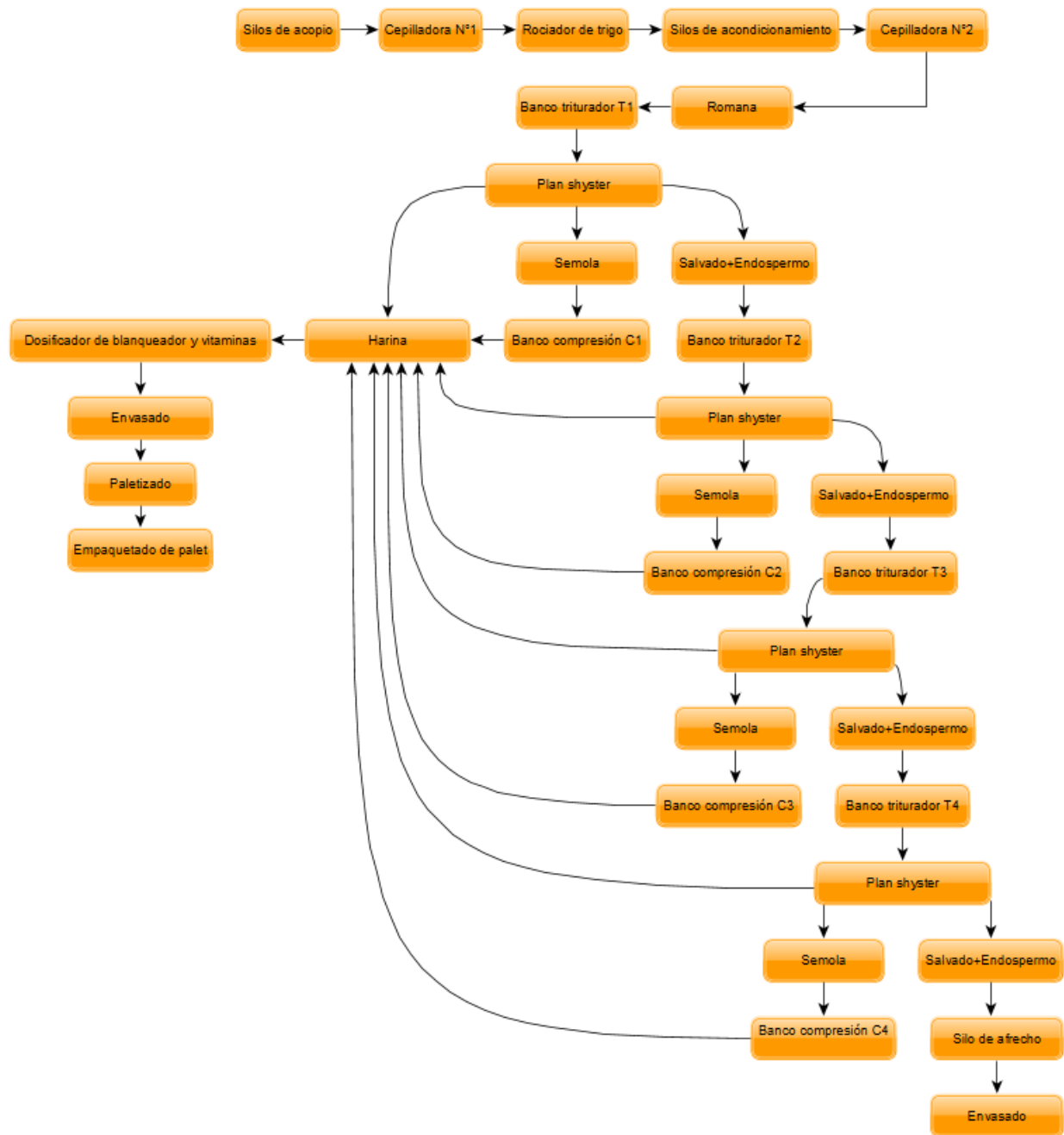
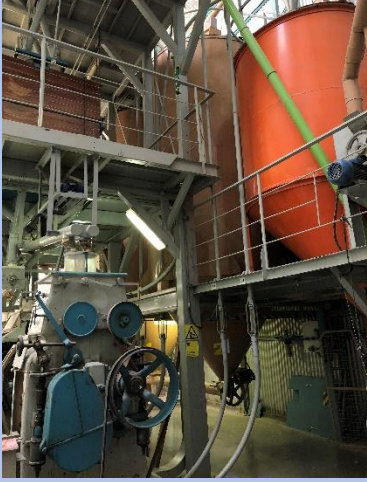


Figura 6: Diagrama de flujo del proceso productivo.

3.1.2. DETALLAMIENTO DE EQUIPOS Y SU FUNCIÓN

Para complementar lo expuesto en el diagrama de flujo anterior, la siguiente tabla contiene el detalle de todas las partes que conforman este proceso productivo de elaboración de harina. Aquí se pueden apreciar sus características generales ya sea tamaño, forma y ubicación a modo de contextualizar de mejor forma el área en la cual se va a trabajar.

N°	Equipo	Función	Foto
1	Silos de almacenamiento	Almacenar el trigo de diferentes variedades, a la espera de ser procesado.	
2	Cepilladora N°1	Limpiar el grano de cualquier impureza que esta pueda traer de la cosecha, transporte o almacenamiento.	

3	Elevador trigo N°1	Transportar el trigo que sale desde la cepilladora N°1 hacia el rociador ubicado en el tercer nivel.	 A vertical wooden grain elevator structure with a hopper at the bottom and a metal frame.
4	Rociador	Mojar el trigo para que este adquiera el porcentaje de humedad necesario para ser enviado a la etapa de molienda.	 A large, angled metal structure, likely a conveyor or sprayer, with a hopper at the top and a large circular tank below.
5	Silos de acondicionamiento	Almacenar el trigo ya mojado durante 24 horas hasta obtener un porcentaje de humedad de entre un 15 -17%.	 A large industrial facility with multiple levels, featuring a prominent red cylindrical silo and various mechanical components.
6	Transporte silos-elevador	Movilizar el trigo que sale de los silos de acondicionamiento hacia el elevador de trigo N°2	 A close-up view of a large, conical metal silo with a yellow number '2' on its side, connected to a conveyor system.

7	Elevador trigo N°2	Elevar el trigo proveniente desde los silos de acondicionamiento a la cepilladora N°2	
8	Cepilladora N° 2	Eliminar otras impurezas que hayan logrado pasar la primera etapa de cepillado.	
9	Romana	Pesar el trigo que va a ser procesado.	

10	Banco Triturador 1	Abrir el grano entero mediante dos cilindros que giran en el mismo sentido pero con una velocidad de 1:2 de forma que el grano se abre pero no se rompe.		
11	Banco Triturador 2	Los granos abiertos vuelven a pasar por los cilindros trituradores para seguir abriendo cada vez mas y separar el salvado del endospermo.		
12	Banco Triturador 3	Seguir abriendo los granos que aún tienen endospermo adosado a la cascara.		

13	Banco Triturador 4	Seguir abriendo los granos que aún tienen endospermo adosado a la cascara.	
14	Plan shyster	Mediante sus 14 telas y diferentes compartimientos, separa los diferentes productos (Harina, sémolas y grano con endospermo adosado) provenientes de los bancos trituradores y compresores.	
15	Banco de Compresión 1	Las sémolas y grano grueso obtenido de la trituración son comprimidos mediante dos cilindros lisos que giran a la misma velocidad.	

16	Banco de Compresión 2	Las sémolas y grano grueso obtenido del banco de compresión 1 son comprimidos.	
17	Banco de Compresión 3	Las sémolas y grano grueso obtenido del banco de compresión 2 son comprimidos.	
18	Banco de Compresión 4	Las sémolas restantes y grano grueso obtenido del banco de compresión 3 son comprimidos.	

19	Exclusas	Encargadas de subir todo lo que salga desde los bancos trituradores y compresores para enviarlo al plan shyster y ser separado.	
20	Soplador harina	Elimina el aire y el material particulado que es succionado para subir a las esclusas los diferentes productos.	
21	Soplador afrecho	Elimina el aire y el material particulado succionado para subir a las esclusas los diferentes productos	
22	Dosificación de Blanqueador y Vitaminas	Se agrega la dosis requerida por normas de sanidad y calidad de blanqueador y vitaminas.	

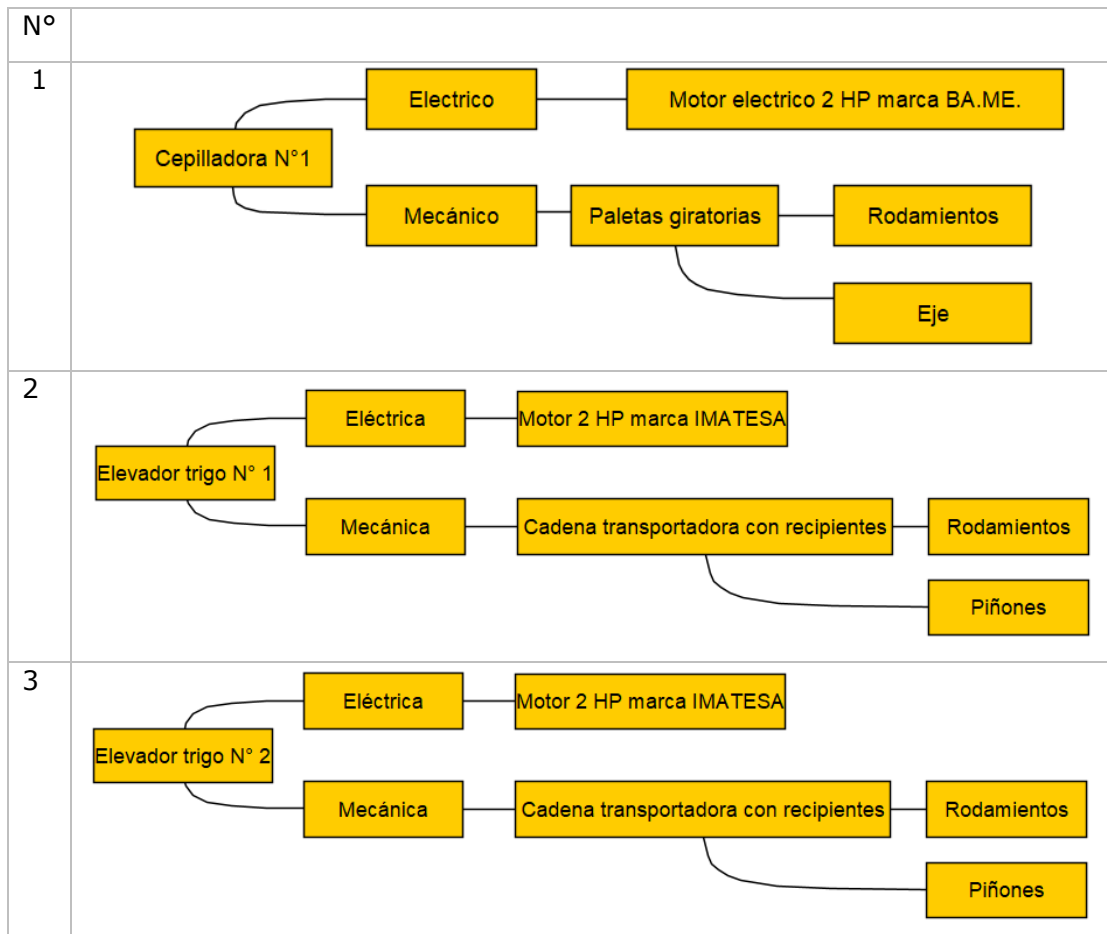
23	Rosca harina	Transportar la harina obtenida desde el Plan shyster hacia el elevador de harina.	
24	Elevador de harina	Transportar la harina desde el nivel 1 hasta el nivel 3 al turbo de seguridad.	
25	Turbo de seguridad	Paletas giratorias encargadas de extraer cualquier pieza metálica o partícula extraña que se haya desprendido del mismo proceso.	

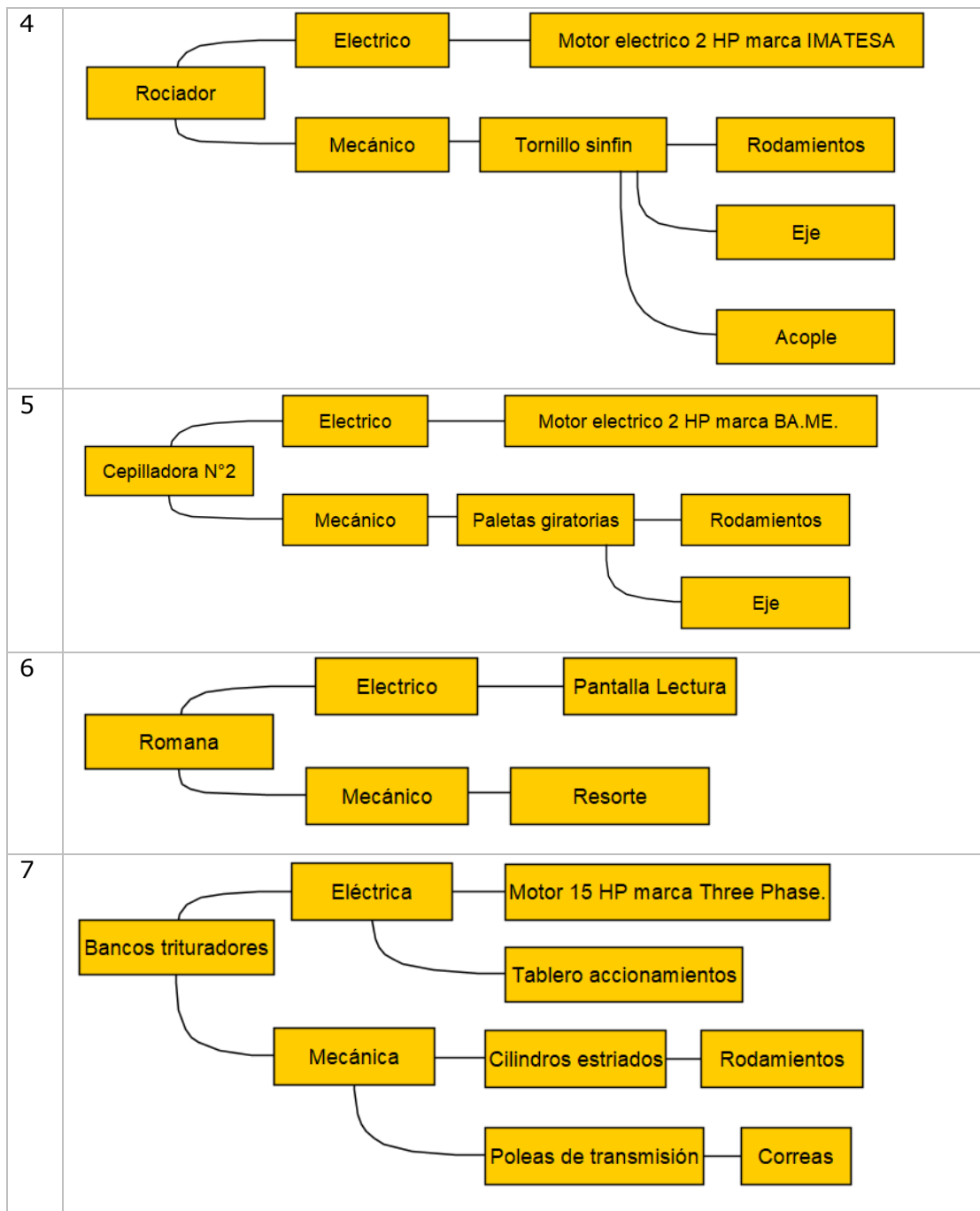
26	Silo harina	Almacenar la harina obtenida del proceso de molienda para ser envasada.	
27	Silo afrecho	Almacenar el afrecho obtenido del proceso de molienda para ser envasado.	
28	Empaquetador de palet	Envolver los palet de harina una vez completos para ser almacenados.	

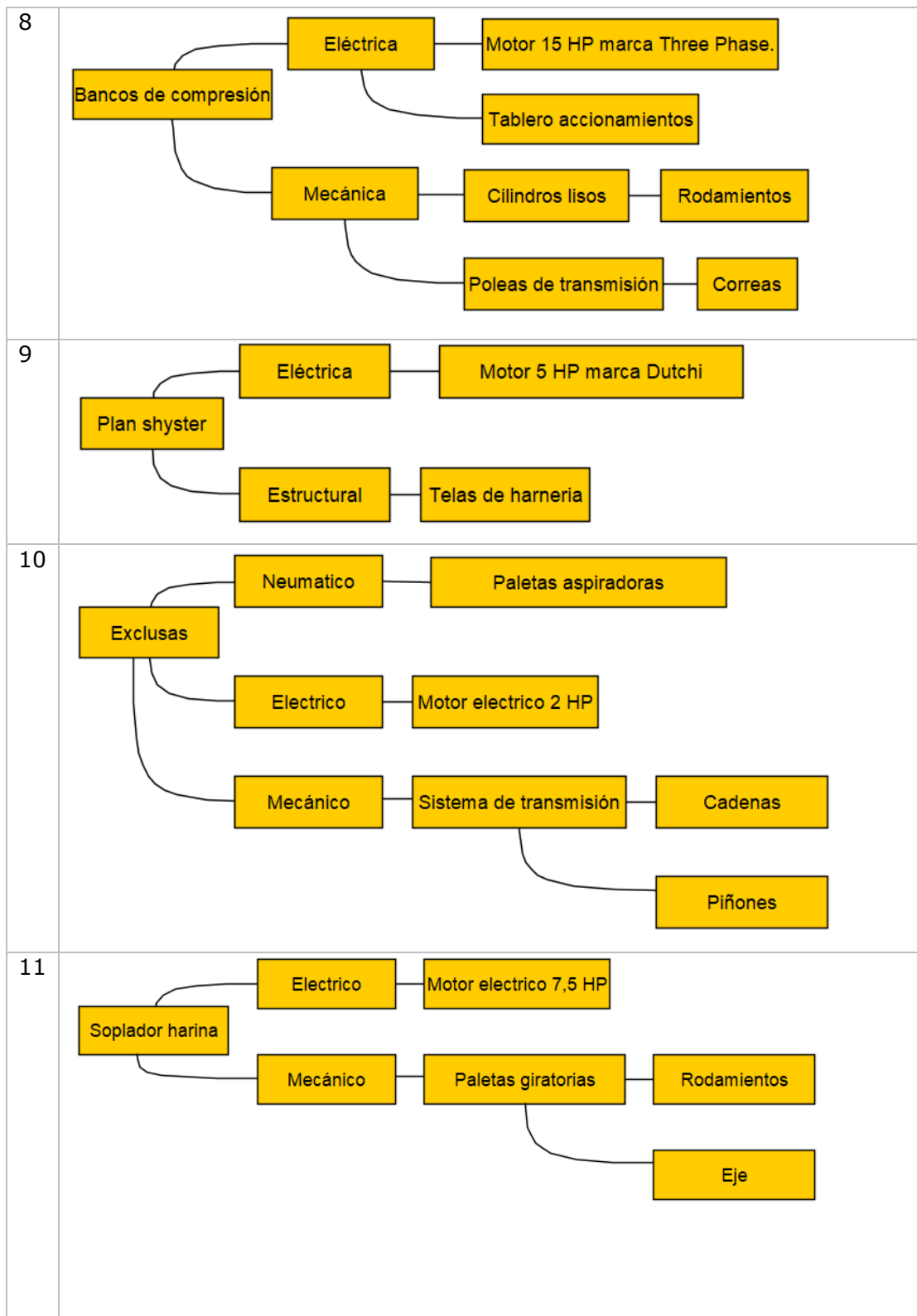
Tabla 1: Detallamiento de equipos y su función.

3.1.3. DESGLOSE DE EQUIPOS SEGÚN COMPONENTES

Otra forma de describir los equipos de los cuales consta la planta en mayor profundidad es identificar sus principales componentes tanto eléctricos como mecánicos, es por esto que se elaboran los siguientes desgloses, en los cuales se especifican a lo menos 3 niveles de sus partes principales tales como sus motores, ejes, piñones, rodamientos, cadenas, entre otros.







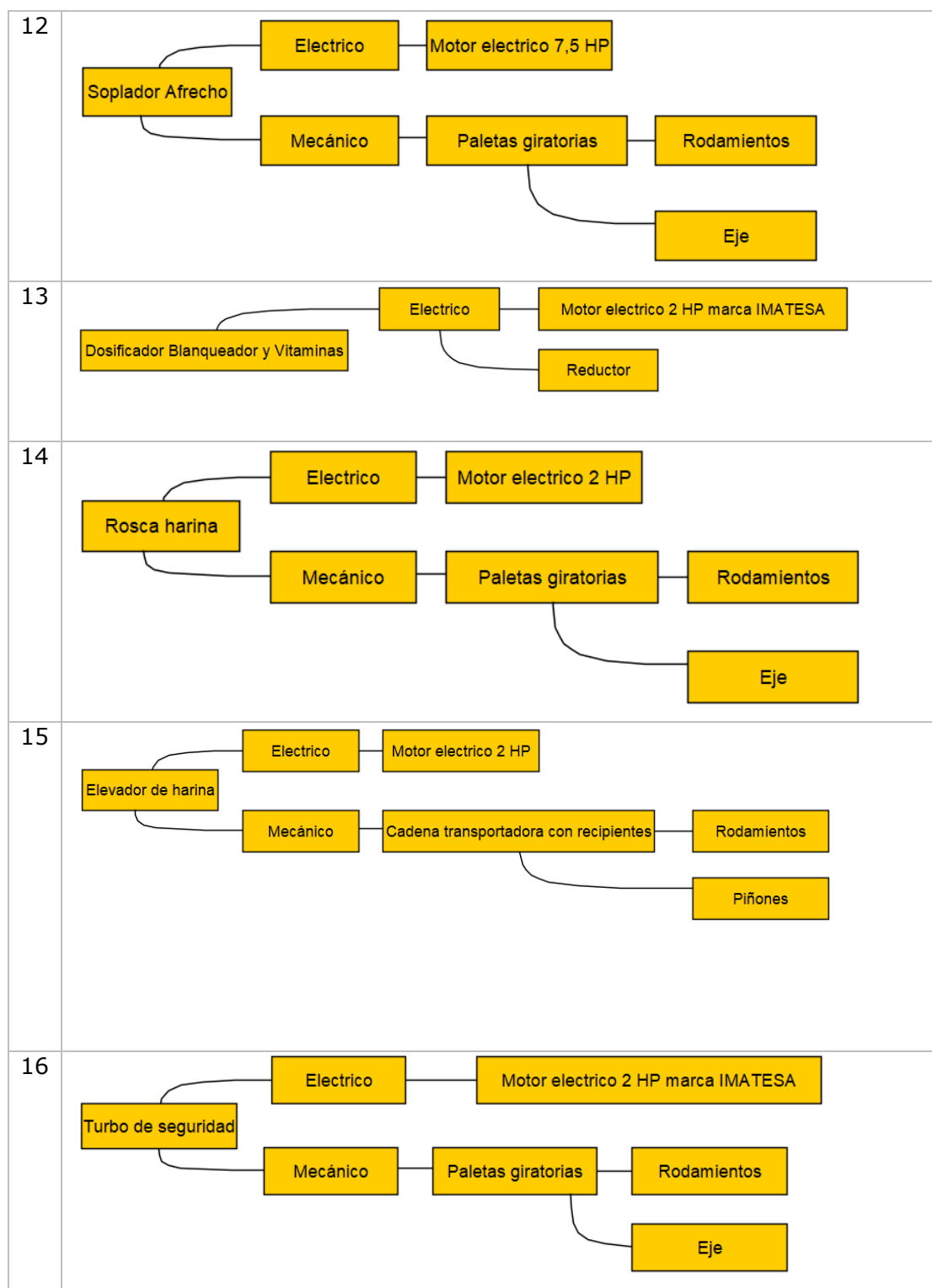


Tabla 2: Desglose de equipos por componentes principales.

3.1.4. METRICAS PRODUCTIVAS

Una vez identificados los caudales productivos circulantes por los principales equipos en planta se elabora la siguiente tabla, en la cual se puede apreciar cual es el volumen inicial de materia prima bruta en comparación con la cantidad de producto terminado que se entrega por hora.

Métricas productivas	
Equipo	Flujo
Silos de acondicionamiento	13.000 kg c/u
Bancos trituradores	1.000 kg/hora
Bancos de compresión	1.000 kg/hora
Plan Shyster	1.000kg/hora
Envasadora de Harina	625 kg/hora
Envasadora de afrecho	175 kg/hora
Kilos producidos Harina	5000 kg/día
Kilos producidos Afrecho	1400 kg/día

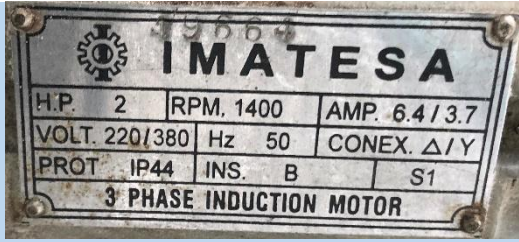
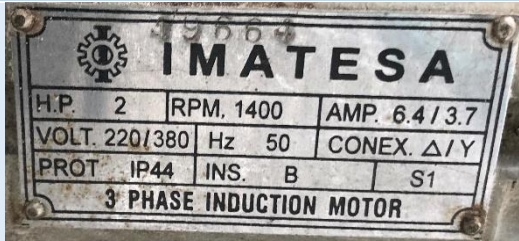
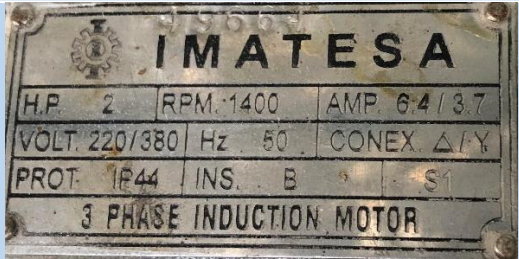
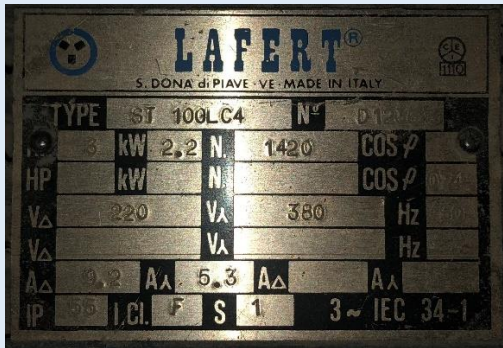
Tabla 3: Métricas productivas

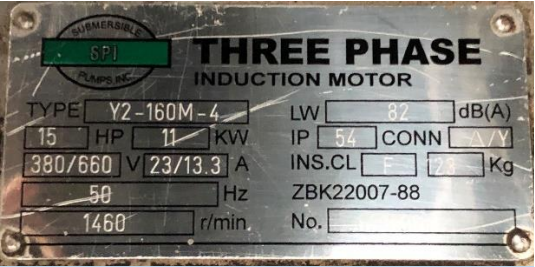
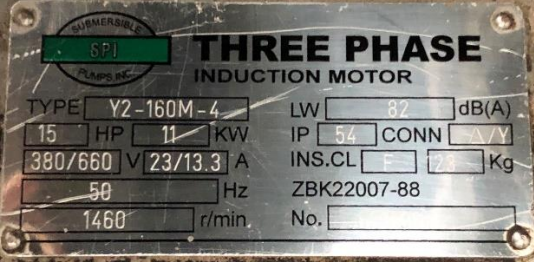
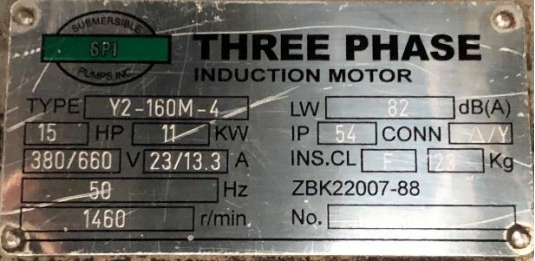
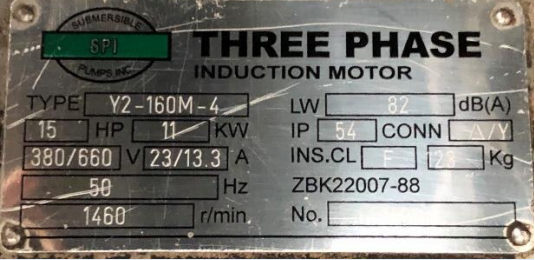
3.1.5. DATOS TÉCNICOS DE PLACA MOTORES ELÉCTRICOS

Para identificar el consumo de cada equipo de forma independiente es esencial identificar las placas de sus motores eléctricos en los cuales se encuentran los datos, tales como potencia, voltaje, intensidad, entre otros. De los cuales más adelante se desprenderá la herramienta esencial de este proyecto, la tabla de consumos por equipo.

Algunas placas de motores se encuentran en lugares inaccesibles o son poco legibles debido a su tiempo de uso, por lo que se anota de manera textual la información entregada por el encargado de mantención de dichos equipos.

Equipo	Descripción o placa	Ubicación	Foto referencial
1	Cepilladora N°1	Nivel 2	
2	Cepilladora N°2	Nivel 2	

3	Elevador silo trigo N°1	 IMATESA H.P. 2 RPM. 1400 AMP. 6.4 / 3.7 VOLT. 220/380 Hz 50 CONEX. Δ/Y PROT. IP44 INS. B S1 3 PHASE INDUCTION MOTOR	Nivel 3	
4	Elevador silo trigo N°2	 IMATESA H.P. 2 RPM. 1400 AMP. 6.4 / 3.7 VOLT. 220/380 Hz 50 CONEX. Δ/Y PROT. IP44 INS. B S1 3 PHASE INDUCTION MOTOR	Nivel 3	
5	Tornillo alimentación silos de acondicionamiento	 IMATESA H.P. 2 RPM. 1400 AMP. 6.4 / 3.7 VOLT. 220/380 Hz 50 CONEX. Δ/Y PROT. IP44 INS. B S1 3 PHASE INDUCTION MOTOR	Nivel 3	
6	Transporte Silos-Elevador	0,74  LAFERT® S. DONA di PIAVE - VE - MADE IN ITALY TYPE ST 100LC4 N° 01 3 kW 2.2 N 1420 COS ϕ HP kW N COS ϕ VΔ 220 VΔ 380 Hz VΔ VΔ Hz AΔ 9.2 AΔ 5.3 AΔ AΔ IP 54 I.C.L. F S 1 3~ IEC 34-1	Nivel 1	

7	Banco Triturad or 1	 THREE PHASE INDUCTION MOTOR TYPE Y2-160M-4 LW 82 dB(A) 15 HP 11 KW IP 54 CONN Δ/Y 380/660 V 23/13.3 A INS.CL F 2.3 Kg 50 Hz ZBK22007-88 1460 r/min No.	Nivel 1	
8	Banco Triturad or 2	 THREE PHASE INDUCTION MOTOR TYPE Y2-160M-4 LW 82 dB(A) 15 HP 11 KW IP 54 CONN Δ/Y 380/660 V 23/13.3 A INS.CL F 2.3 Kg 50 Hz ZBK22007-88 1460 r/min No.	Nivel 1	
9	Banco Triturad or 3	 THREE PHASE INDUCTION MOTOR TYPE Y2-160M-4 LW 82 dB(A) 15 HP 11 KW IP 54 CONN Δ/Y 380/660 V 23/13.3 A INS.CL F 2.3 Kg 50 Hz ZBK22007-88 1460 r/min No.	Nivel 1	
10	Banco Triturad or 4	 THREE PHASE INDUCTION MOTOR TYPE Y2-160M-4 LW 82 dB(A) 15 HP 11 KW IP 54 CONN Δ/Y 380/660 V 23/13.3 A INS.CL F 2.3 Kg 50 Hz ZBK22007-88 1460 r/min No.	Nivel 1	

11	Banco de Compresión 1		Nivel 1	
12	Banco de Compresión 2		Nivel 1	
13	Banco de Compresión 3		Nivel 1	
14	Banco de Compresión 4		Nivel 1	

15	Plan shyster o cernidor	 DUTCHI® NL CE <table><tr><td>3-MOT.Nr</td><td>Rtg</td><td>S1</td><td>IP</td><td>56</td><td>IM</td><td>Ins.cl.</td><td>F</td></tr><tr><td>TYPE</td><td>100L4</td><td>COSΦ</td><td>0.81</td><td>kg</td><td>Conn:</td><td>Δ</td><td></td></tr><tr><td colspan="8">50Hz: 1420 rpm: 2.2 kW/100V 4.83 A; 380V 5.09 A; 420V 4.60 A</td></tr><tr><td colspan="8">60Hz: 1720 rpm: 2.64 kW/480V 4.83 A; 460V 5.05 A; 500V 4.64 A</td></tr><tr><td colspan="4">Brqs-DE 6206ZZC3</td><td colspan="2">:NDE 6206ZZC3</td><td colspan="2">PTC</td></tr><tr><td colspan="8">Δ380-400-420/Y660-690-720V 50Hz PN; Δ460-480-500/Y760-820-870V 60Hz</td></tr></table>	3-MOT.Nr	Rtg	S1	IP	56	IM	Ins.cl.	F	TYPE	100L4	COSΦ	0.81	kg	Conn:	Δ		50Hz: 1420 rpm: 2.2 kW/100V 4.83 A; 380V 5.09 A; 420V 4.60 A								60Hz: 1720 rpm: 2.64 kW/480V 4.83 A; 460V 5.05 A; 500V 4.64 A								Brqs-DE 6206ZZC3				:NDE 6206ZZC3		PTC		Δ380-400-420/Y660-690-720V 50Hz PN; Δ460-480-500/Y760-820-870V 60Hz								Nivel 2							
3-MOT.Nr	Rtg	S1	IP	56	IM	Ins.cl.	F																																																			
TYPE	100L4	COSΦ	0.81	kg	Conn:	Δ																																																				
50Hz: 1420 rpm: 2.2 kW/100V 4.83 A; 380V 5.09 A; 420V 4.60 A																																																										
60Hz: 1720 rpm: 2.64 kW/480V 4.83 A; 460V 5.05 A; 500V 4.64 A																																																										
Brqs-DE 6206ZZC3				:NDE 6206ZZC3		PTC																																																				
Δ380-400-420/Y660-690-720V 50Hz PN; Δ460-480-500/Y760-820-870V 60Hz																																																										
16	Exclusas	 IMATESA <table><tr><td>HP</td><td>2</td><td>RPM</td><td>1400</td><td>AMP</td><td>6.4/3.7</td></tr><tr><td>VOLT</td><td>220/380</td><td>Hz</td><td>50</td><td>CONEX</td><td>Δ/Y</td></tr><tr><td>PROT</td><td>IP44</td><td>INS</td><td>B</td><td></td><td>S1</td></tr><tr><td colspan="6">3 PHASE INDUCTION MOTOR</td></tr></table>	HP	2	RPM	1400	AMP	6.4/3.7	VOLT	220/380	Hz	50	CONEX	Δ/Y	PROT	IP44	INS	B		S1	3 PHASE INDUCTION MOTOR						Nivel 3																															
HP	2	RPM	1400	AMP	6.4/3.7																																																					
VOLT	220/380	Hz	50	CONEX	Δ/Y																																																					
PROT	IP44	INS	B		S1																																																					
3 PHASE INDUCTION MOTOR																																																										
17	Soplador Harina	 SIEMENS SIEMENS STANDARD MOTORS LTD Made in P.R.China <table><tr><td>3-MOT</td><td>1LE0102-1DB4</td><td>3-4AAA</td><td>160L</td><td>IM B3</td><td>IP 55</td><td>LMH</td><td>1803/8000</td><td>16796265/014</td></tr><tr><td>V</td><td>Hz</td><td>kW</td><td>A</td><td>EFF</td><td>cosΦ</td><td>7/min</td><td>EFF</td><td>EFF</td></tr><tr><td>50</td><td>15</td><td>29.0/16.8</td><td>88.7%</td><td>0.84</td><td>1460</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>60</td><td>17.3</td><td>28.5</td><td>90.5%</td><td>0.84</td><td>1750</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td colspan="4">BRG DE 6209 2Z C3</td><td colspan="2">BRG NDE 6209 2Z C3</td><td colspan="3">Th.C. 155(F) AMB 40.C</td></tr><tr><td colspan="4">60034</td><td colspan="5">Net. 125 kg</td></tr></table>	3-MOT	1LE0102-1DB4	3-4AAA	160L	IM B3	IP 55	LMH	1803/8000	16796265/014	V	Hz	kW	A	EFF	cosΦ	7/min	EFF	EFF	50	15	29.0/16.8	88.7%	0.84	1460				60	17.3	28.5	90.5%	0.84	1750				BRG DE 6209 2Z C3				BRG NDE 6209 2Z C3		Th.C. 155(F) AMB 40.C			60034				Net. 125 kg					Nivel 3	
3-MOT	1LE0102-1DB4	3-4AAA	160L	IM B3	IP 55	LMH	1803/8000	16796265/014																																																		
V	Hz	kW	A	EFF	cosΦ	7/min	EFF	EFF																																																		
50	15	29.0/16.8	88.7%	0.84	1460																																																					
60	17.3	28.5	90.5%	0.84	1750																																																					
BRG DE 6209 2Z C3				BRG NDE 6209 2Z C3		Th.C. 155(F) AMB 40.C																																																				
60034				Net. 125 kg																																																						
18	Soplador Afrecho	 MOTORMECH ELECTRICOS <table><tr><td>M -</td><td>TRIFASICO</td><td>I. 132 S - ~</td></tr><tr><td>Nº</td><td>2082088</td><td>SERV. S1</td></tr><tr><td>C.V.</td><td>7/5</td><td>F50 c/s</td></tr><tr><td>VOLTS</td><td>Δ 380/660</td><td>V/MIN. 1445</td></tr><tr><td>AMP.</td><td>11.8/8</td><td>COS Φ 0.87</td></tr><tr><td>PROTECC.</td><td>IP 44</td><td>AI SL. CL. B</td></tr><tr><td>TIPO</td><td>109411</td><td></td></tr><tr><td colspan="3">INDUSTRIA ARGENTINA</td></tr></table>	M -	TRIFASICO	I. 132 S - ~	Nº	2082088	SERV. S1	C.V.	7/5	F50 c/s	VOLTS	Δ 380/660	V/MIN. 1445	AMP.	11.8/8	COS Φ 0.87	PROTECC.	IP 44	AI SL. CL. B	TIPO	109411		INDUSTRIA ARGENTINA			Nivel 3																															
M -	TRIFASICO	I. 132 S - ~																																																								
Nº	2082088	SERV. S1																																																								
C.V.	7/5	F50 c/s																																																								
VOLTS	Δ 380/660	V/MIN. 1445																																																								
AMP.	11.8/8	COS Φ 0.87																																																								
PROTECC.	IP 44	AI SL. CL. B																																																								
TIPO	109411																																																									
INDUSTRIA ARGENTINA																																																										

19	Silo afrecho			
20	Dosificad or de vitamina s		Nivel 2	
21	Dosificad or de Blanque ador		Nivel 2	
22	Rosca harina 1		Nivel 2	

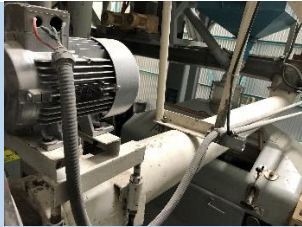
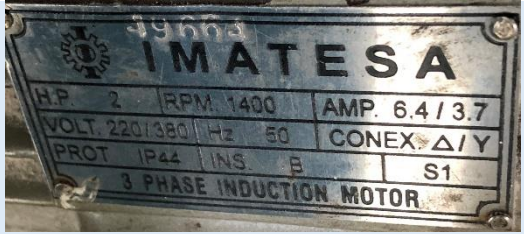
23	Rosca harina 2	 SIEMENS 3~ Mot. 1LA7096-4AA10 UD 0502/2170471- 32 (EFF2) (H) IP 55 90L M B3 IEC/EN 60034 THCF 50 Hz 230/400 V Δ/Y 60 Hz 460 V Y 15 kW 5,9/3,4 A 175 kW 3,3 A cos φ 0,81 1420/min cos φ 0,82 1720/min 220-240/380-420 V Δ/Y 440-480 V Y 61-81/35-35 A 34-34 A 32144-6001 SF 11		
24	Elevador harina	 39663 IMATESA H.P. 2 RPM 1400 AMP. 6.4 / 3.7 VOLT 220/380 Hz 50 CONEX Δ/Y PROT IP44 INS B S1 3 PHASE INDUCTION MOTOR	Nivel 3	
25	Turbo de segurida d	 39663 IMATESA H.P. 2 RPM 1400 AMP. 6.4 / 3.7 VOLT 220/380 Hz 50 CONEX Δ/Y PROT IP44 INS B S1 3 PHASE INDUCTION MOTOR	Nivel 3	
26	Empaqu etado de palet	Neiwa motor 1,5 hp	Nivel 1	

Tabla 4: Datos técnicos de placa motores eléctricos.

3.2.RELACIÓN COMPARATIVA ENTRE DEMANDA Y PROPUESTA.

3.2.1. CONSUMO ENERGÉTICO GENERAL DE LAS INSTALACIONES.

De forma general en el siguiente gráfico elaborado a partir de los recibos de luz de la empresa se puede dimensionar a grandes rasgos el consumo eléctrico durante un periodo de 13 meses entre octubre del año 2017 hasta octubre del 2018, del cual podemos concluir que durante los meses diciembre, febrero, abril mayo, junio y septiembre fueron los de mayor consumo. Por el contrario, enero, marzo y octubre del 2018 fueron los más bajos. Aun así, los valores se mantienen mayormente parejos generando un promedio anual de 9442 kWh consumidos por mes.

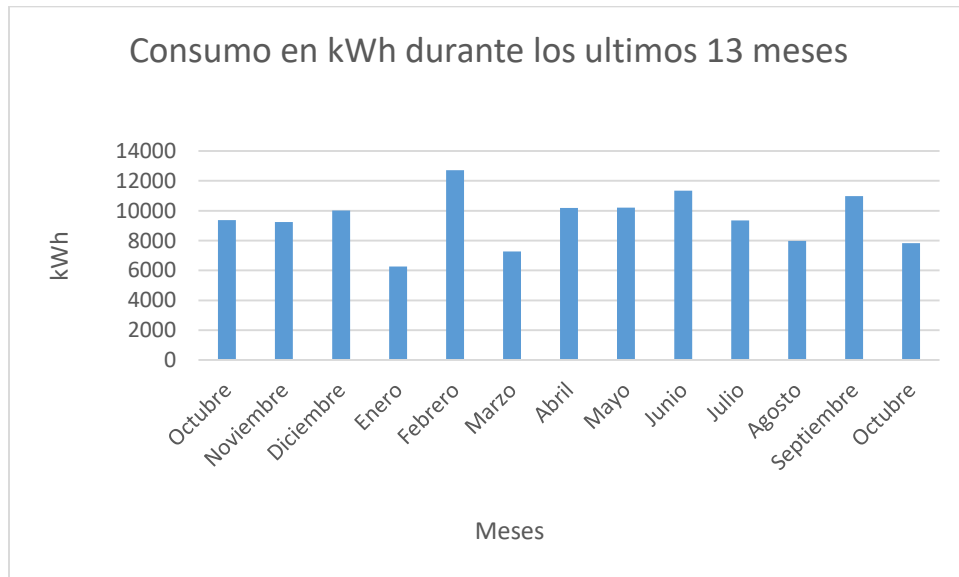


Figura 7: Consumo energético general de instalaciones.

3.2.2. CONSUMO ENERGÉTICO TEÓRICO ESPECIFICO DE CADA EQUIPO.

Una vez identificadas las placas de cada motor utilizado en el proceso, se elabora una planilla en la cual se resumen sus valores más relevantes para en base a estos estimar el cálculo de su consumo directamente relacionado con sus horas de uso diario.

A simple vista podemos identificar cuáles son los de mayor consumo, los bancos trituradores, de compresión y por último el soplador de harina, el cual es el motor de mayor potencia en la instalación. Todos funcionan 8 horas al día en condiciones ideales (sin fallos, ni contratiempos) a excepción del empaquetador de palet, el cual funciona solamente aproximadamente una hora al día en los momentos en que se junta una cierta cantidad de envases y es momento de agruparlos para su almacenamiento y posterior despacho.

Motor	Consumo	HP	kW	Voltaje (V)	Frecuencia (Hz)	Amperes	Factor de potencia	Uso diario
Cepilladora N°1	22,44	5,5	4,10	380	50	9	0,82	8
Cepilladora N°2	22,44	5,5	4,10	380	50	9	0,82	8
Elevador Silo trigo N°1	16,15	2	1,49	380	50	6,4	0,83	8
Elevador Silo trigo N°2	16,15	2	1,49	380	50	6,4	0,83	8
Tornillo alimentación silos	16,15	2	1,49	380	50	6,4	0,83	8
Transporte silos-Elevador	20,70	3	2,24	380	50	9,2	0,74	8
Banco triturador 1	58,03	15	11,19	380	50	23	0,83	8
Banco triturador 2	58,03	15	11,19	380	50	23	0,83	8
Banco triturador 3	58,03	15	11,19	380	50	23	0,83	8
Banco triturador 4	58,03	15	11,19	380	50	23	0,83	8
Banco de compresión 1	58,03	15	11,19	380	50	23	0,83	8
Banco de compresión 2	58,03	15	11,19	380	50	23	0,83	8
Banco de compresión 3	58,03	15	11,19	380	50	23	0,83	8
Banco de compresión 4	58,03	15	11,19	380	50	23	0,83	8
Plan shyster	12,53	3	2,24	380	50	5,09	0,81	8
Exclusas	11,00	2	1,49	380	50	4,36	0,83	8
Soplador harina	74,05	20	14,92	380	50	29	0,84	8
Soplador Afrecho	31,21	7,5	5,60	380	50	11,8	0,87	8
Silo afrecho	3,74	0,7	0,52	380	50	1,5	0,82	8
Dosificador blanqueador	7,03	1	0,75	380	50	3,17	0,73	8
Dosificador Vitaminas	7,03	1	0,75	380	50	3,17	0,73	8
Rosca Harina 1	8,62	2	1,49	380	50	3,5	0,81	8
Rosca Harina 2	8,62	2	1,49	380	50	3,5	0,81	8
Elevador Harina	16,15	2	1,49	380	50	6,4	0,83	8
Turbo de seguridad	16,15	2	1,49	380	50	6,4	0,83	8
Empaquetador de palet	4,78	1,5	1,12	220	50	3,27	0,83	8
TOTAL MES kWh	15583,97							

Tabla 5: Consumo específico de motores según datos de placa.

3.2.3. DIAGRAMA DE PARETO ELABORADO A PARTIR DE TABLA DE CONSUMOS

Si bien a simple vista en la tabla de consumos anterior se apreciaban de forma clara cuales eran los equipos de mayor consumo, se elabora el siguiente diagrama de Pareto para representar a modo de porcentaje el 80% de mayor consumo y el 20% restante correspondiente a los equipos de menor potencia.

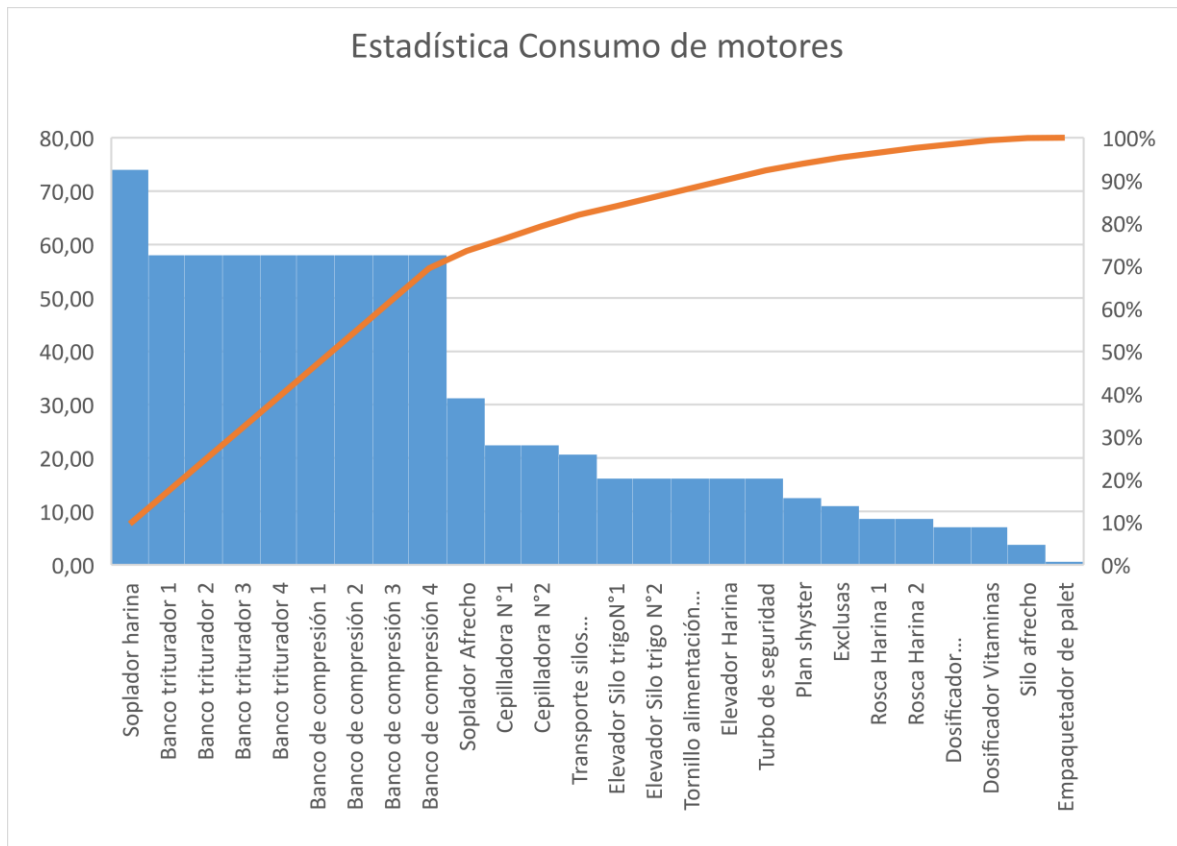


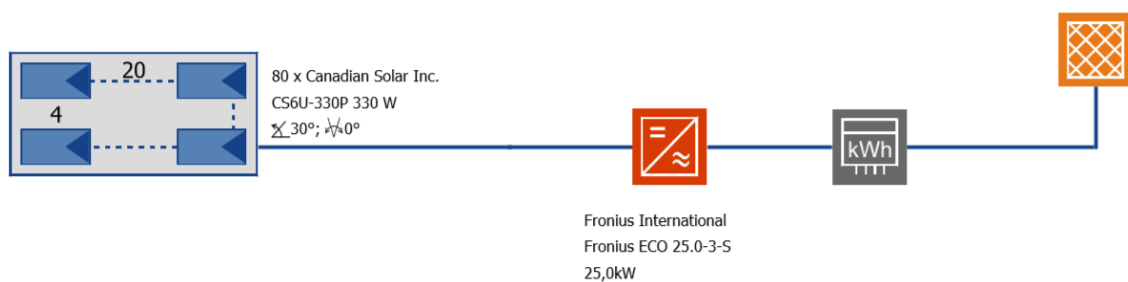
Figura 8: Diagrama de Pareto de consumos eléctricos.

3.2.4. PROPUESTA INSTALACIÓN CELDAS FOTOVOLTAICAS.

Una vez analizados los datos obtenidos del consumo general y específico de cada equipo utilizado en planta, sería razonable proyectar una propuesta de alimentación energética que cubra entre el 20-30 % del consumo total a modo de prueba, con el fin de evaluar una futura ampliación del proyecto en caso de que su funcionamiento sea eficiente tanto en el área técnica como en el área económica. Esto debido a que, si bien las alternativas de energías renovables no convencionales son convenientes en el ámbito de impacto medioambiental, al día de hoy aun no son tan convenientes en el ámbito económico, por lo que significa una considerable inversión por parte de la empresa.

En base a lo dicho anteriormente, la propuesta es elaborada en base a una potencia instalada de 26,4 kW salida corriente alterna, lo cual permitirá producir aproximadamente 30 MWh durante su primer año de operación.

Esta Alternativa de diseño y funcionamiento es entregada por la empresa Solar Project especialistas en este tipo de instalaciones, en base al estudio técnico realizado a las maquinas a alimentar, en este caso equipos trifásicos. De la misma forma se considera el espacio físico real disponible para la instalación de dichos paneles, por lo que el siguiente proyecto cuenta con todos los detalles y adaptaciones necesarios para su funcionamiento óptimo en las condiciones actuales de operación del molino.



FUENTE: PROPUESTA SOLAR PROJECT.

Figura 9: Diagrama representativo de instalación de equipos solares.

3.2.4.1. DATOS TÉCNICOS GENERALES

Descripción general	
Ubicación del proyecto	Mulchén
Datos climáticos	Mulchén
Potencia Foto Voltaica	26.40 kWp
Superficie FV bruta / referencia	155,55/155,54 m ²
Irradiación sobre el generador FV	254.629 kWh
Energía producida por el generador FV (AC)	31.605 kWh
Inyección en la red	31.605 kWh
Grado de eficiencia del sistema	12,4%
Performance Ratio (Eficiencia del sistema)	73,1%
Eficiencia de inversor	93,6%
Eficiencia del generador FV	13,3%
Rendimiento específico anual	1.197 kWh/kWp
Emisión de CO2 evitada	27.999 kg/a
Modulo Fotovoltaico seleccionado	80 x
Fabricante	Canadian solar Inc
Tipo	CS6U- 330P
Potencia nominal	330 W
Desviación de la potencia nominal	0%
Eficiencia (STC)	17%
Nº de módulos en serie	20
Tensión MPP (STC)	744V
Orientación	0,0°
Ángulo de inclinación	30°
Instalación	Sin ventilación
Sombra	No

Reflexión del suelo	20%
Perdidas de paneles FV	
Desviación de AM 1.5	1,0%
Desviación de las especificaciones del fabricante	2,0%
En diodos	0,5%
Por suciedad	0,0%
Datos de inversor seleccionado	
Fabricante	Fronius International
Tipo	Fronius ECP 25.0-3-S
Potencia	25kW
Rendimiento europeo	94,2%
Nº de seguidores de MPP	1
Seguimiento MPP	580V hasta 850 V

FUENTE: PROPUESTA SOLAR PROJECT.

Tabla 6: Datos técnicos generales del proyecto.

3.2.4.2. RESULTADOS DE SIMULACIÓN DEL SISTEMA COMPLETO

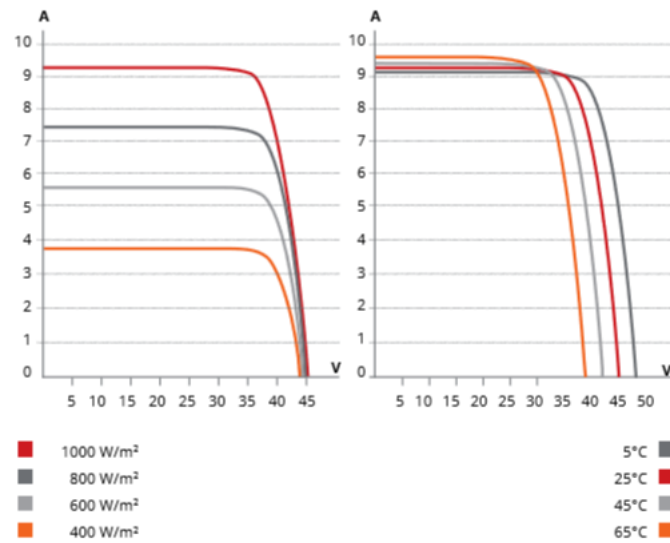
Para una propuesta ajustada a la necesidad exacta, se realizan monitoreos y simulaciones a modo de prueba, para establecer un promedio de los parámetros que rigen el espacio físico en el cual se pretende implementar el proyecto.

Irradiación sobre la horizontal	238.117 kWh
Irradiación sobre el generador FV	254.629 kWh
Irradiación menos reflexión	243.689 kWh
Energía suministrada por el inversor (AC)	31.605 kWh
Energía suministrada por la red	3kWh
Consumo Propio	3,2kWh
Energía producida por el generador FV	33.769 kWh
Grado de eficiencia del sistema	12,4%
Performance Ratio	73,1%
Rendimiento global (Final yield)	3,3 h/d
Rendimiento específico anual	1.197kWh/kWp
Eficiencia del generador	13,3%
Eficiencia del inversor	93,6%

FUENTE: PROPUESTA SOLAR PROJECT.

Tabla 7: Resultados simulación de parámetros del sistema.

3.2.4.3. CURVAS DE RENDIMIENTO SEGÚN TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO.



FUENTE: PROPUESTA SOLAR PROYECT.

Figura 10: Curvas rendimiento según temperatura de funcionamiento.

3.2.4.4. DATOS TECNICOS CELDAS FOTOVOLTAICAS

Información eléctrica STC*				
CS6U	315P	320P	325P	330P
Nominal Max. Power (Pmax)	315 W	320W	325W	330W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	36.6 V	36.8 V	37.0 V	37.2 V
Opt. Operating Current (Imp)	8.61 A	8.69 A	8.78 A	8.88 A
Open Circuit Voltage (Voc)	45.1 V	45.3 V	45.5 V	45.6 V
Short Circuit Current (Isc)	9.18 A	9.26 A	9.34 A	9.45 A
Module Efficiency	16.20%	16.46%	16.72%	16.97%
Operating Temperature - 40°C ~ +85°C	Operating Temperature -40°C ~ +85°C			
Max. System Voltage	1500 V (IEC) or 1500 V (UL)			
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC 61730)			
Max. Series Fuse Rating	15 A			
Application Classification	Class A			
Power Tolerance	0 ~ + 5 W			
INFORMACIÓN ELÉCTRICA NOCT*				

CS6U	315P	320P	325P	330P
Nominal Max. Power (Pmax)	228 W	232 W	236 W	239 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	33.4 V	33.6 V	33.7 V	33.9 V
Opt. Operating Current (Imp)	6.84 A	6.91 A	6.98 A	7.05 A
Open Circuit Voltage (Voc)	41.5 V	41.6 V	41.8 V	41.9 V
Short Circuit Current (Isc)	7.44 A	7.50 A	7.57 A	7.66 A
INFORMACIÓN MECÁNICA				
Cell Type	Poly-crystalline, 6 inch			
Cell Arrangement	72 (6×12)			
Dimensions	1960 × 992 × 40 mm (77.2 × 39.1 × 1.57 in)			
Weight	22.4 kg (49.4 lbs)			
Front Cover	3.2 mm tempered glass			
Frame Material	Anodized aluminium alloy			
J-Box	IP67, 3 diodes			
Cable	PV1500DC-F1 4 mm ² (IEC) & 12 AWG 2000 V (UL), 1160 mm (45.7 in)			
Connector	T4 series or PV2 series			
Per Pallet	26 pieces, 635 kg (1400 lbs)			
Per container (40' HQ)	624 pieces			
INFORMACIÓN TÉRMICA				

Temperature Coefficient (Pmax)	-0.41 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.31 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.053 % / °C
Nominal Operating Cell Temperature	45±2 °C

FUENTE: PROPUESTA SOLAR PROYECT.

Tabla 8: Datos técnicos celdas fotovoltaicas.

3.2.4.5. CARACTERISTICAS INVERSOR FRONIUS ECO SERIES TRIFÁSICO.

El inversor trifásico Fronius Eco con las categorías de potencia entre 25,0 y 27,0 kW, ha sido especialmente diseñado para instalaciones de gran potencia. Este inversor sin transformador, con un peso muy ligero y sistema de montaje SnapINverter, permite una instalación muy rápida y sencilla tanto Indoor como Outdoor. Además, presume de un tipo de protección IP 66.

Sistema de Montaje: Algo que caracteriza y diferencia de otros inversores, es la separación física entre la zona de conexión y la zona de potencia del inversor. Ambas están totalmente separadas. La zona de conexión es fijada al muro y cableada antes de instalar la zona de potencia. De este modo y a la hora de ofrecer servicio, no es necesario descablear el aparato. El Fronius Service Partner tan solo desmonta la parte de potencia. Gracias a esta solución no se pierde la configuración del inversor.

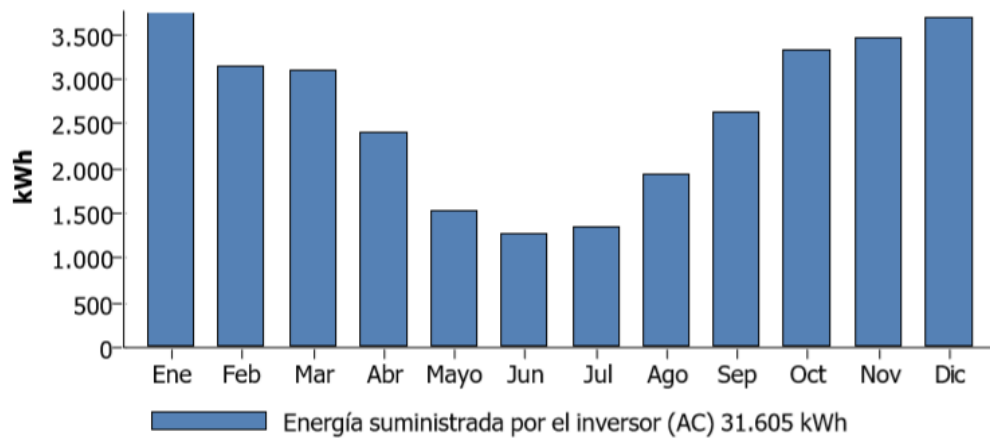
Smart Grid Ready: Los inversores de Fronius están listos para las Redes Inteligentes del futuro. Diseñados y equipados perfectamente, los inversores cumplen con los requisitos técnicos de las redes del futuro, incorporando una serie de funciones inteligentes denominadas funciones avanzadas de red. Entre éstas, se incluyen las funciones de control, para una óptima inyección de energía reactiva y efectiva. Estas funciones están diseñadas para permitir un funcionamiento estable de la red, incluso cuando la densidad del sistema fotovoltaico es muy alta y también para evitar interrupciones no deseadas que provocan pérdidas de rendimiento. Por lo tanto, los inversores Fronius ayudan a garantizar el rendimiento del sistema FV.

Interface WLAN integrado: Es muy importante para Fronius que el sistema de monitorización se caracterice por ser sencillo y fácil de usar. Con el Fronius Datamanager, nos convertimos en el primer fabricante de inversores en ofrecer un Interface WLAN integrado en el propio inversor. El inversor se conecta a Internet sin cables adicionales, y garantiza una perfecta visualización del funcionamiento del sistema FV.

Seguimiento inteligente GMPP: El seguimiento inteligente GMPP es el nuevo algoritmo de seguidores MPP que adapta su comportamiento de forma dinámica buscando el punto óptimo de funcionamiento. La particularidad que tiene el seguimiento inteligente GMPP es que comprueba de forma automática la totalidad de la curva característica periódicamente y encuentra el punto de máxima potencia (GMPP), incluso en sombreados parciales.

3.2.4.6. ENERGÍA SUMINISTRADA POR EL INVERSOR

Con base en las simulaciones anteriores, se puede realizar una proyección del suministro energético que sería capaz de entregar la instalación de celdas foto voltaicas durante su primer año de puesta en marcha, teniendo en cuenta las condiciones climáticas de la zona en la cual se van a ubicar.

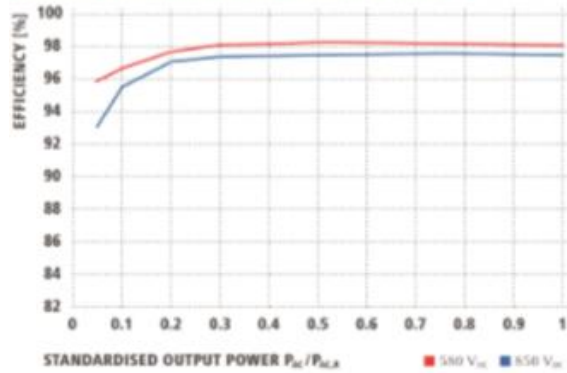


FUENTE: PROPUESTA SOLAR PROJECT.

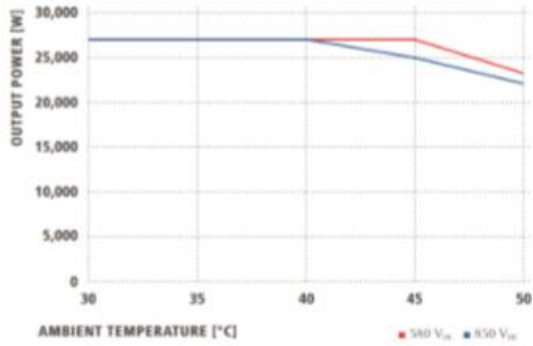
Figura 11: Energía suministrada por el inversor durante el primer año.

Curvas de rendimiento inversor

FRONIUS ECO 27.0.3-S EFFICIENCY CURVE



FRONIUS ECO 27.0.3-S TEMPERATURE DERATING



FUENTE: PROPUESTA SOLAR PROYECT.

Figura 12: Curvas de rendimiento inversor.

Figura 13: Curvas de rendimiento inversor.

3.2.4.7. DATOS TECNICOS INVERSOR FRONIUS ECO SERIES TRIFASICO.

Fronius Eco	25.0-3-S	27.0-3-s
Corriente máxima de entrada (Idc max)	44.2 A	44.7 A
Corriente max. de cortocircuito en campo FV	71.6 A	
Voltaje minimo de entrada (Udc min)	580V	
Voltaje de alimentacion en arranque (Udc start)	650V	
Voltaje nominal de entrada (U dc, r)	580V	
Voltaje máximo de entrada (Udc máx.)	1000V	
Rango voltaje MPP (Umpp min - Umpp máx.)	580-850 V	
Número de seguidores MPP	1	
Número de conexiones DC (FV)	6	
Salida máx. desde generador FV (Pdc máx.)	37.5 kWpeak	
Datos de salida		
Salida AC nominal (Pac,r)		
Potencia máx. de salida	25MW	25MW
Corriente AC de salida (Iac nom)	25000VA	25000VA
Conexión a red (rango de voltaje)	36.1 A	39.0 A
Frecuencia (rango de frecuencia)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)	
Distorsión armónica	<2%	
total Factor de potencia (cos $\varphi_{ac,r}$)	0-1 ind. / cap.	
Datos generales		
Dimensiones (altura x ancho x largo)	725 x 510 x 225 mm	
Peso	36.7 kg	
Grado de protección	IP66	
Clase de protección	1	
Categoría sobretensión (DC / AC) ¹	1+2/3	
Diseño del inversor	Sin transformador	

Enfriamiento	Enfriamiento por aire regulado	
Instalación	Instalación en interior y exterior	
Rango de temperatura ambiente	-25 - +60°C	
Humedad permitida	0-100%	
Altitud máxima	2000m.	
Tecnología de conexión DC	Terminales de tornillo 6 x DC+ y 6 x DC - 16 mm ²	
Tecnología de conexión AC	Terminales de tornillo de 5 polos AC 2.5 - 16 mm ²	
Certificados y conformidad con estándares	ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 4777-2, AS 4777-3, AS 3100, UNE 206007-1, G59/3, CER 06-190, SI 4777, CEI 0-21, CEI 0-16	
Consumo nocturno	<1W	
Eficiencia		
Eficiencia máxima	98.2%	98.3%
Eficiencia europea	98.0%	98.0%
η al 5% P_{ac,r^2}	95.1/91.5 %	95.9/93.1 %
η al 10% P_{ac,r^2}	97.0/95.2 %	96.8/95.7 %
η al 20% P_{ac,r^2}	97.8/96.9 %	97.7/97.1 %
η al 25% P_{ac,r^2}	98.0/97.0 %	98.1/97.3 %
η al 30% P_{ac,r^2}	98.1/97.2 %	98.1/97.4 %
η al 50% P_{ac,r^2}	98.2/97.5 %	98.3/97.5 %
η al 75% P_{ac,r^2}	98.2/97.5 %	98.2/97.6 %
η al 100% P_{ac,r^2}	98.2/97.5 %	98.1/97.5 %
Eficiencia de adaptación MPP	>99.9%	
Instrumentos de protección		
WLAN / Ethernet	Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)	
6 entradas y 4 entradas/salidas digitales	Interfaz receptora de mando a distancia	

USB (A Socket)4	Datalogging, actualizacion del inversor via USB flash drive
2 x RS422 (RJ45	Fronius Solar net
LAN Salida de senal4	Gestión de energía (salida de relé flotante)
Datalogger y Servidor web	Incluidos
Entrada externa4	Interfaz 50-meter/ Entrada para protección ante sobretensión
RS485	Modbus RTU SunSpec o conexión del medidor
1.Conforme a IEC 62109-1. Carril DIN opcional para el tipo 1 +2 y tipo 2 de proteccion contra sobretensiones disponible. 2. Y a Umpp min / Udc,r / Umpp max.s 3. Ajuste opcional con 6 fusibles de 15 A / 1000 V en el lado adicional 4. Disponible también en la versión light	

FUENTE: PROPUESTA SOLAR PROJECT.

Tabla 9: Datos técnicos inversor trifásico.

3.2.4.8. CONEXIÓN A LA LINEA

Una vez escogidos los equipos a utilizar es importante seleccionar el tipo de conexión que se establecerá entre la nueva alimentación y los equipos que funcionaran bajo esta modalidad energética, por lo que se especifican en la propuesta el tipo de cableado a utilizar para dicho empalme.

Cable TOP SOLAR PV ZZ-F

Conductor: Cobre eléctrico estañado, clase 5 (flexible) según EN 60228

Aislamiento: Goma libre de halógenos y con baja tensión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. Color negro y rojo.

Aplicaciones: Cables flexibles aptos para servicios móviles y para instalación fija. Adecuados para la conexión entre paneles fotovoltaicos y desde los paneles al inversor de corriente continua a alterna. Cables especialmente diseñados para su uso a la intemperie en plenas garantías.

Embalaje: Disponible en rollos con film retráctilado (longitudes de 50 y 100 m) y bobinas.

Condiciones de instalación:



FUENTE: PROPUESTA SOLAR PROYECT.

Figura 14: Condiciones de instalación cableado.

3.3.EVALUACIÓN ECONÓMICA

Para llevar a cabo la evaluación económica se escogieron las siguientes herramientas Flujo de caja, Valor Actual Neto, Tasa interna de retorno y Payback, todas estas aplicadas a los valores de funcionamiento de la empresa en un periodo de 5 años.

3.3.1. ADQUISICIÓN DE LA MATERIA PRIMA.

Para la fabricación del producto final en este caso la harina, es necesario la compra de la materia prima, el trigo. Durante el año el precio del trigo es variable, esto se ve condicionado principalmente por el factor abundancia/escasez, debido a que durante los meses de diciembre a febrero que son los meses de cosecha el trigo la oferta es demasiada y por el volumen de venta, el precio es considerablemente inferior. Por el contrario, durante los meses de invierno, es menos accesible y el precio se ve aumentado debido a su escasez.

PRECIOS PROMEDIO DEL TRIGO SEGÚN TEMPORADA	
Mes	Precio en pesos
Enero	140
Febrero	140
Marzo	150
Abril	160
Mayo	170
Junio	180
Julio	180
Agosto	180
Septiembre	180
Octubre	180
Noviembre	180
Diciembre	140

FUENTE: PLANILLA PRECIOS MOLINERA DEL REY.

Tabla 10: Precios compra trigo según temporada.

3.3.2. COTIZACIÓN PROYECTO

Una vez especificados todos los aspectos técnicos de la propuesta de instalación de celdas foto voltaicas, se adjunta la cotización asociada a los costos tanto de implementación, mano de obra y equipos necesarios. El valor final corresponde al proyecto instalado y funcionando, así mismo el valor incluye garantías y visitas técnicas para cierto periodo de tiempo una vez instalado, las cuales están especificadas en los capítulos anteriores.

PROPUESTA COMERCIAL PRELIMINAR

INGENIERIA PAILAMILLA SPA
76170749-3
 SAN DIEGO # 1015 SANTIAGO CENTRO
 Teléfono 227992081
 Fax 6996780



Razón Social : NN

Rut : 2-7

Dirección : SIN DIRECCION Ciudad : SANTIAGO

Comuna : SANTIAGO

Atn. Maciel Rios

Cotización N° : 115893 Emisión : 22-11-2018 Vencimiento : 27-11-2018 Fono : Fax :

Item	Cantidad	Precio Unit.	Total
CS6U-P330 CANADIANSOLAR 330WP 24V SEC LEY 2	80	121,143	9,691,440
ECO25.0-3FULL INVERSOR DE RED FRONIUS TRIFASICO 25.0-3	1	2,862,174	2,862,174
CVE9151X4V30 1 FILA 4 MÓDULOS VERTICAL 30° (PANEL 250 A 31	20	136,451	2,729,020
3201004.SN CABLE TOP SOLAR ZZF 1X4MM NEGRO	250	699	174,750
3201004.SR CABLE TOP SOLAR ZZF 1X4MM ROJO	200	699	139,800
COSOL-6-N SET CONECTOR MC4 SIMPLE	14	2,812	39,368
COSOL-7-N SET CONECTORES MC4 PARALELO	6	5,670	34,020
SERV2 SERV. DE INST. DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	1	9,825,028	9,825,028

Neto \$	\$	25,495,600
IVA \$	\$	4,844,164
Total \$	\$	30,339,764

Figura 15: Cotización proyecto celdas fotovoltaicas.

3.3.3. FLUJOS DE CAJA

A modo de obtener un panorama representativo de la realidad financiera de la empresa, se consideraron de la forma más exacta posible todos los intercambios que se realizan en su caja a lo largo de un año. Tanto sueldos de trabajadores, gastos básicos como luz, agua, contribuciones y patente de funcionamiento son alguno de los ítems incluidos en el flujo de caja.

Si evaluamos los costos de adquisición del proyecto hoy en día las grandes inversiones conllevan un alto riesgo, por esto se han simulado tres alternativas de financiamiento, la primera con el total del proyecto financiado por la empresa, el segundo la totalidad del proyecto financiado mediante crédito y la tercera solo con la mitad del proyecto con financiamiento. De esta forma teniendo múltiples escenarios en carpeta resulta más fácil hacer un balance y elaborar una conclusión que permita dilucidar si el proyecto en sí resulta conveniente y cuál de las tres alternativas se ajusta más a las necesidades de la empresa.

3.3.3.1. FLUJO DE CAJA PURO

Ingresos	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas	\$ -	\$343.440.000	\$346.740.000	\$350.073.000	\$353.439.330	\$356.839.323
Cantidad harina		1200000	1212000	1224120	1236361	1248725
Precio harina		\$ 275	\$ 275	\$ 275	\$ 275	\$ 275
Cantidad afrecho		336000	336000	336000	336000	336000
Precio afrecho		\$ 40	\$ 40	\$ 40	\$ 40	\$ 40
Egresos						
Compras		\$253.440.000	\$253.440.000	\$253.440.000	\$253.440.000	\$253.440.000
Cantidad		\$ 1.536.000	\$ 1.536.000	\$ 1.536.000	\$ 1.536.000	\$ 1.536.000
Precio		\$ 165	\$ 165	\$ 165	\$ 165	\$ 165
Luz		\$ 4.383.047	\$ 4.558.369	\$ 4.740.704	\$ 4.930.332	\$ 5.127.545
Cantidad consumidos kWh		113304	113304	113304	113304	113304
Energía suministrada por paneles kWh		30605	30605	30605	30605	30605
Precio		\$ 53	\$ 55	\$ 57	\$ 60	\$ 62
Mantenión (mano de obra)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 250.000	\$ 250.000	\$ 250.000
Depreciación		\$ 810.528	\$ 810.528	\$ 810.528	\$ 810.528	\$ 810.528
Sueldos trabajadores		\$ 26.400.000	\$ 26.400.000	\$ 26.400.000	\$ 26.400.000	\$ 26.400.000
Agua		\$ 324.000	\$ 333.720	\$ 343.732	\$ 354.044	\$ 364.665
Patente funcionamiento		\$ 2.400.000	\$ 2.400.000	\$ 2.400.000	\$ 2.400.000	\$ 2.400.000
Mantenión (insumos/ repuestos)		\$ 1.800.000	\$ 1.800.000	\$ 1.800.000	\$ 1.800.000	\$ 1.800.000
Combustible vehiculos utilitarios		\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
Contribuciones		\$ 3.200.000	\$ 3.200.000	\$ 3.200.000	\$ 3.200.000	\$ 3.200.000
Transporte productos		\$ 28.800.000	\$ 28.800.000	\$ 28.800.000	\$ 28.800.000	\$ 28.800.000
Utilidad antes de impuesto		\$ 20.882.425	\$ 23.997.383	\$ 26.888.037	\$ 30.054.427	\$ 33.246.585
Impuesto		\$ 3.967.661	\$ 4.559.503	\$ 5.108.727	\$ 5.710.341	\$ 6.316.851
Utilidad despues de impuesto		\$ 16.914.764	\$ 19.437.880	\$ 21.779.310	\$ 24.344.086	\$ 26.929.734
Depreciación		\$ 810.528	\$ 810.528	\$ 810.528	\$ 810.528	\$ 810.528
Inversión de activos	\$30.339.764					
Equipos	\$ 16.210.572					
Instalación	\$ 9.825.028					
Capital de trabajo	\$ 5.000.000					
Valor residual						\$ 9.101.929
Recuperación capital de trabajo						\$ 5.000.000
Flujo de caja	\$-35.339.764	\$ 17.725.292	\$ 20.248.408	\$ 22.589.838	\$ 25.154.614	\$ 41.842.191
VALOR ACTUAL NETO (VAN)	\$ 27.379.627					
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	54%					
RETORNO DE LA INVERSION (PAYBACK)	1,385	17	Meses			

FUENTE: PLANILLAS COSTO MOLINERA DEL REY.

Tabla 11: Flujo de caja puro.

3.3.3.2. FLUJO DE CAJA FINANCIADO

Ingresos	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas	\$ -	\$343.440.000	\$346.740.000	\$350.073.000	\$353.439.330	\$356.839.323
Cantidad harina		\$ 1.200.000	\$ 1.212.000	\$ 1.224.120	\$ 1.236.361	\$ 1.248.725
Precio harina		\$ 275	\$ 275	\$ 275	\$ 275	\$ 275
Cantidad afrecho		336000	336000	336000	336000	336000
Precio afrecho		\$ 40	\$ 40	\$ 40	\$ 40	\$ 40
Egresos						
Compras		\$253.440.000	\$253.440.000	\$253.440.000	\$253.440.000	\$253.440.000
Cantidad kg		1536000	1536000	1536000	1536000	1536000
Precio		\$ 165	\$ 165	\$ 165	\$ 165	\$ 165
Luz		\$ 4.383.047	\$ 4.558.369	\$ 4.740.704	\$ 4.930.332	\$ 5.127.545
Cantidad consumidos kWh		113304	113304	113304	113304	113304
Energía suministrada por paneles kWh		30605	30605	30605	30605	30605
Precio		\$ 53	\$ 55	\$ 57	\$ 60	\$ 62
Mantenición (mano de obra)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 250.000	\$ 250.000	\$ 250.000
Depreciación		\$ 810.528	\$ 810.528	\$ 810.528	\$ 810.528	\$ 810.528
Intereses del crédito		\$ 773.664	\$ 626.624	\$ 475.834	\$ 321.200	\$ 162.622
Sueldos trabajadores		\$ 26.400.000	\$ 26.400.000	\$ 26.400.000	\$ 26.400.000	\$ 26.400.000
Agua		\$ 324.000	\$ 333.720	\$ 343.732	\$ 354.044	\$ 364.665
Patente funcionamiento		\$ 2.400.000	\$ 2.400.000	\$ 2.400.000	\$ 2.400.000	\$ 2.400.000
Mantenición (insumos/ repuestos)		\$ 1.800.000	\$ 1.800.000	\$ 1.800.000	\$ 1.800.000	\$ 1.800.000
Combustible		\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
Contribuciones		\$ 3.200.000	\$ 3.200.000	\$ 3.200.000	\$ 3.200.000	\$ 3.200.000
Transporte productos		\$ 28.800.000	\$ 28.800.000	\$ 28.800.000	\$ 28.800.000	\$ 28.800.000
Utilidad antes de impuesto		\$ 20.108.761	\$ 23.370.759	\$ 26.412.202	\$ 29.733.227	\$ 33.083.964
Impuesto		\$ 3.820.665	\$ 4.440.444	\$ 5.018.318	\$ 5.649.313	\$ 6.285.953
Utilidad despues de impuesto		\$ 16.288.096	\$ 18.930.315	\$ 21.393.884	\$ 24.083.914	\$ 26.798.011
Depreciación		\$ 810.528	\$ 810.528	\$ 810.528	\$ 810.528	\$ 810.528
Amortización		\$ 5.766.278	\$ 5.913.318	\$ 6.064.107	\$ 6.218.742	\$ 6.377.320
Inversión de activos	\$ 30.339.764					
Equipos	\$ 16.210.572					
Instalación	\$ 9.825.028					
Capital de trabajo	\$ 5.000.000					
Valor residual						\$ 9.101.929
Recuperación capital de trabajo						\$ 5.000.000
Credito	\$ 30.339.764					
Flujo de caja	\$ -	\$ 11.332.347	\$ 13.827.525	\$ 16.140.305	\$ 18.675.700	\$ 35.333.148
VALOR ACTUAL NETO (VAN)	\$ 40.406.863					
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	247%					
RETORNO DE LA INVERSION (PAYBACK)	0,3	3	Meses.			

FUENTE: PLANILLAS COSTO MOLINERA DEL REY

Tabla 12: Flujo de caja financiado.

Monto crédito	\$ 30.339.764
Tasa interés	2,55%
Tiempo en años	5
Cuota	\$ 6.539.941

Tabla 11: Datos financiamiento caso 2.

Periodo	Amortización	Interés	Cuota	Saldo insoluto
0				\$ 30.339.764
1	\$ 5.766.278	\$ 773.664	\$ 6.539.941	\$ 24.573.486
2	\$ 5.913.318	\$ 626.624	\$ 6.539.941	\$ 18.660.169
3	\$ 6.064.107	\$ 475.834	\$ 6.539.941	\$ 12.596.062
4	\$ 6.218.742	\$ 321.200	\$ 6.539.941	\$ 6.377.320
5	\$ 6.377.320	\$ 162.622	\$ 6.539.941	\$ 0

Tabla 13: Calculo cuota crédito caso 2.

3.3.3.3. FLUJO DE CAJA SEMI FINANCIADO

Ingresos	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas	\$ -	\$343.440.000	\$346.740.000	\$350.073.000	\$353.439.330	\$356.839.323
Cantidad harina		\$ 1.200.000	\$ 1.212.000	\$ 1.224.120	\$ 1.236.361	\$ 1.248.725
Precio harina		\$ 275	\$ 275	\$ 275	\$ 275	\$ 275
Cantidad afrecho		336000	336000	336000	336000	336000
Precio afrecho		\$ 40	\$ 40	\$ 40	\$ 40	\$ 40
Egresos						
Compras		\$253.440.000	\$253.440.000	\$253.440.000	\$253.440.000	\$253.440.000
Cantidad kg		1536000	1536000	1536000	1536000	1536000
Precio		\$ 165	\$ 165	\$ 165	\$ 165	\$ 165
Luz		\$ 4.383.047	\$ 4.558.369	\$ 4.740.704	\$ 4.930.332	\$ 5.127.545
Cantidad consumidos kWh		113304	113304	113304	113304	113304
Energía suministrada por paneles kWh		30605	30605	30605	30605	30605
Precio		\$ 53	\$ 55	\$ 57	\$ 60	\$ 62
Mantención (mano obra)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 250.000	\$ 250.000	\$ 250.000
Depreciación		\$ 810.528	\$ 810.528	\$ 810.528	\$ 810.528	\$ 810.528
Intereses del crédito		\$ 386.832	\$ 313.312	\$ 237.917	\$ 160.600	\$ 81.311
Sueldos trabajadores		\$ 26.400.000	\$ 26.400.000	\$ 26.400.000	\$ 26.400.000	\$ 26.400.000
Agua		\$ 324.000	\$ 333.720	\$ 343.732	\$ 354.044	\$ 364.665
Patente funcionamiento		\$ 2.400.000	\$ 2.400.000	\$ 2.400.000	\$ 2.400.000	\$ 2.400.000
Mantención (insumos/ repuestos)		\$ 1.800.000	\$ 1.800.000	\$ 1.800.000	\$ 1.800.000	\$ 1.800.000
Combustible		\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
Contribuciones		\$ 3.200.000	\$ 3.200.000	\$ 3.200.000	\$ 3.200.000	\$ 3.200.000
Transporte productos		\$ 28.800.000	\$ 28.800.000	\$ 28.800.000	\$ 28.800.000	\$ 28.800.000
Utilidad antes de impuesto		\$ 20.495.593	\$ 23.684.071	\$ 26.650.120	\$ 29.893.827	\$ 33.165.275
Impuesto		\$ 3.894.163	\$ 4.499.974	\$ 5.063.523	\$ 5.679.827	\$ 6.301.402
Utilidad despues de impuesto		\$ 16.601.430	\$ 19.184.098	\$ 21.586.597	\$ 24.214.000	\$ 26.863.872
Depreciación		\$ 810.528	\$ 810.528	\$ 810.528	\$ 810.528	\$ 810.528
Amortización		\$ 2.883.139	\$ 2.956.659	\$ 3.032.054	\$ 3.109.371	\$ 3.188.660
Inversión de activos	\$30.339.764					
Equipos	\$ 16.210.572					
Instalación	\$ 9.825.028					
Capital de trabajo	\$ 5.000.000					
Valor residual						\$ 9.101.929
Recuperación capital de trabajo						\$ 5.000.000
Crédito	\$ 15.169.882					
Flujo de caja	\$-20.169.882	\$ 14.528.820	\$ 17.037.967	\$ 19.365.071	\$ 21.915.157	\$ 38.587.670
VALOR ACTUAL NETO (VAN)	\$ 33.893.245					
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	82%					
RETORNO DE LA INVERSION (PAYBACK)	0,905	11	Meses			

FUENTE: PLANILLAS COSTO MOLINERA DEL REY

Tabla 14: Flujo caja semi-financiado.

Monto crédito	\$ 15.169.882
Tasa interés	2,55%
Tiempo en años	5
Cuota	\$ 3.269.971

Tabla 15: Datos crédito caso 3.

Periodo	Amortización	Interés	Cuota	Saldo insoluto
0				\$ 15.169.882
1	\$ 2.883.139	\$ 386.832	\$ 3.269.971	\$ 12.286.743
2	\$ 2.956.659	\$ 313.312	\$ 3.269.971	\$ 9.330.084
3	\$ 3.032.054	\$ 237.917	\$ 3.269.971	\$ 6.298.031
4	\$ 3.109.371	\$ 160.600	\$ 3.269.971	\$ 3.188.660
5	\$ 3.188.660	\$ 81.311	\$ 3.269.971	\$ 0

Tabla 16: Datos cuota crédito caso 3.

CONCLUSIÓN

Una vez finalizados todos los capítulos del presente trabajo, podemos juntar los resultados obtenidos y elaborar un juicio pertinente a partir de ellos. Buscando el equilibrio entre el fundamento de este proyecto, que las pequeñas, medianas y grandes industrias causen el menor impacto posible en el medio ambiente y de la misma forma su rentabilidad económica no se vea mayormente afectada.

En cuanto al primer objetivo, el levantamiento técnico de las instalaciones y sus equipos, se observa una cantidad considerable de mejoras que se podrían aplicar al proceso para hacerlo más eficiente. Reevaluar la ubicación de cada equipo y agregar más espacio que permita la circulación del producto (trigo, harina y afrecho) hacia arriba por succión y hacia abajo únicamente por gravedad. Esto se debe a que la creación del molino se hizo de una forma más bien artesanal y hace aproximadamente 30 años atrás y aunque la tecnología si bien funciona y entrega valores positivos en sus ventas, los cambios y/o mejoras que se le han realizado han sido mínimos desde su puesta en marcha hasta la fecha.

Por otro lado, el dimensionamiento energético de la instalación entrega un promedio de funcionamiento de 9000 KWh durante el año, existiendo meses en los que el valor escapa muy por sobre el promedio, esto debido a que la productividad del molino se encuentra directamente condicionado por el factor "disponibilidad de la materia prima" viéndose limitado su funcionamiento continuo en los meses de escases de dicho producto.

Por ultimo ya que lo que se pretende es poner a prueba si es que es conveniente o no cambiar las instalaciones convencionales a celdas fotovoltaicas sin pausar ni alterar de ningún modo el óptimo funcionamiento del proceso de molienda, es que se decide por una propuesta de alimentación de solo un porcentaje minoritario de los equipos, correspondiente a los de menor potencia y por ende menor consumo, es decir motores de hasta 3 hp que si bien son relevantes como conjunto, no representan equipos de alta criticidad a grandes rasgos.

Una vez decidido esto y analizado la propuesta de instalación, procedemos evaluar el proyecto de en el ámbito económico. ¿Es realmente rentable implementar estas alternativas de funcionamiento? Y si así lo fuera, cual de todas las alternativas de funcionamiento significa un menor riesgo. De todos los escenarios propuestos en el ámbito económico y analizando en conjunto todas las herramientas aplicadas en conjunto con el flujo de caja (VAN, TIR, PAYBACK) la opción que resulta ser más conveniente corresponde al caso 2, con el total del costo del proyecto financiado, de esta forma a medida que se va recuperando la inversión a lo largo de los años, el costo de las cuotas del crédito asociado proyecto se va amortiguando con el ahorro que se produce al estar generando cerca de un 30% de la energía de forma independiente y no del sistema interconectado central.

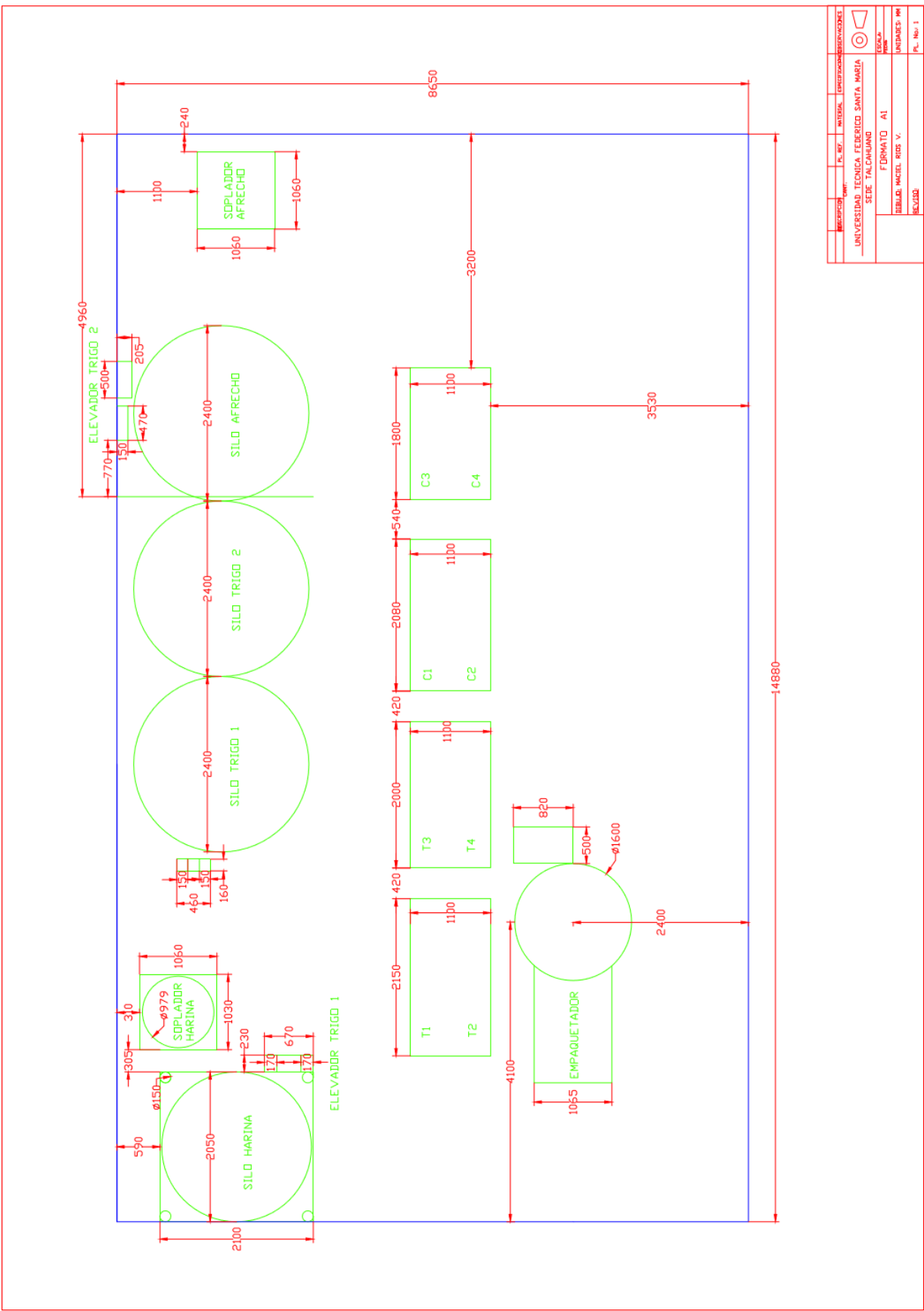
Esto no solo implica un ahorro en el área de consumo, sino que también entrega una conveniente ausencia de tarifas, no se debe olvidar como las empresas que suministran energía cambian los valores de forma constante, por lo que aunque el consumo sea el mismo el costo aumenta y disminuye según la temporada del año en que se encuentre, además cuentan con costos fijos asociados al nivel de consumo, por lo que esta alternativa de funcionamiento resulta bastante conveniente si consideramos ambos factores.

Un aspecto negativo a considerar es la cantidad de espacio que ocupa este método de energía, correspondiente a 155 m^2 los cuales si bien están disponibles en este momento, podrían interferir con posibles planes de expansión de otras áreas de la empresa como implementar nuevos silos de almacenamiento de semillas para abastecer las otras instalaciones molineras con las que se cuenta.

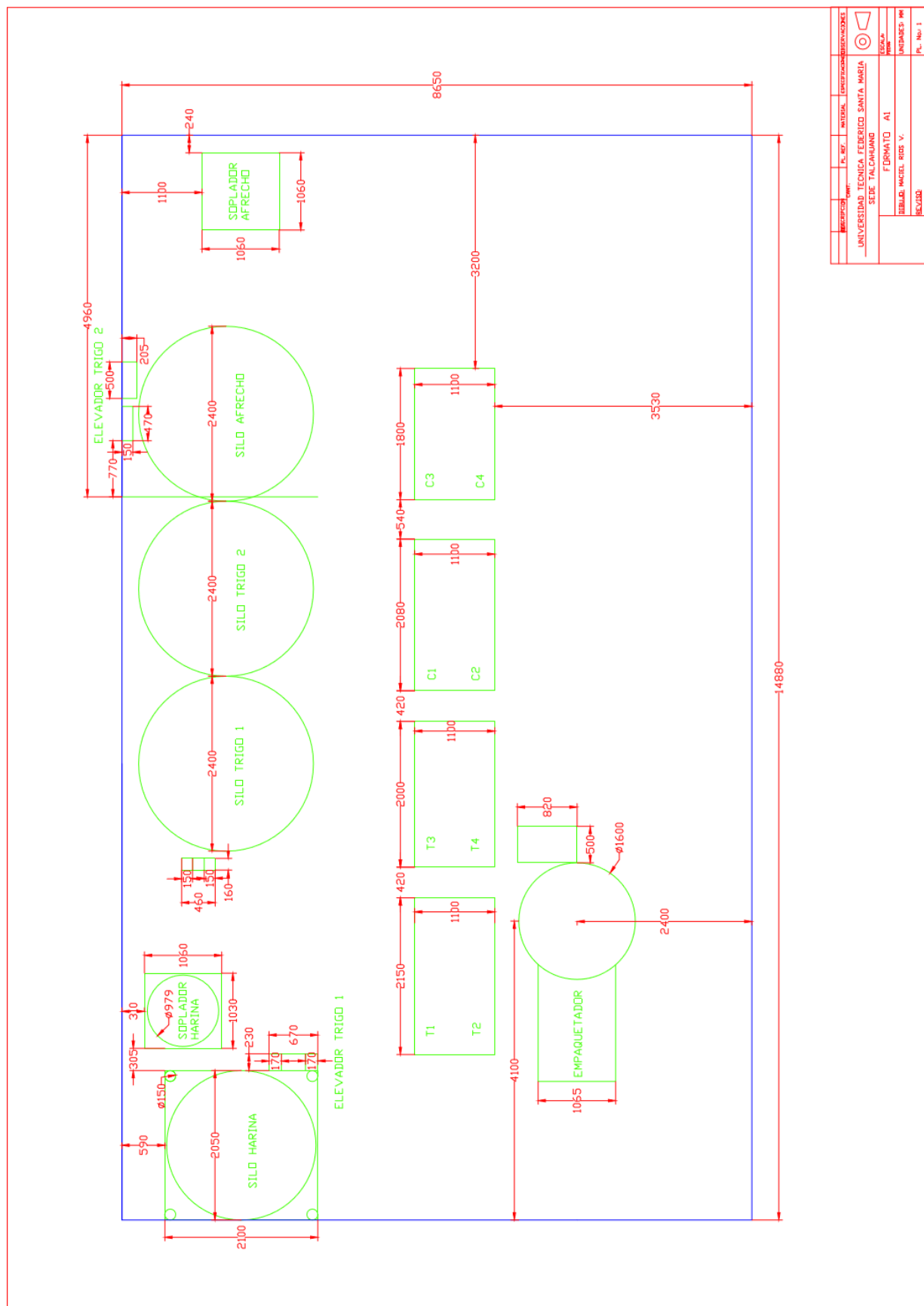
Así se concluye este estudio de factibilidad con resultados claros tanto en el área técnica como económica, generando una propuesta convenientemente aplicable al escenario escogido. Complementando un proceso tan antiguo como lo es la molienda de trigo, con algo tan moderno, a la vez milenario pero eficiente como la Energía solar.

BIBLIOGRAFIA

Sauma, E. (2012). Políticas de fomento a las energías renovables no convencionales (ERNC) en Chile. Chile.



PROYECTO	P. 07	MATERIAL	UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA
SEDE	TALCAHUA	FORMATO	A1
DIBUJANTE	MAUEL RIOS V.	UNIDADES	MM
REVISOR		P. No.	1



PROYECTO	P. 07	MATERIAL	UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA
SEDE	TALCAHANO	FORMATO	A1
TITULO	INDUSTRIA NACIONAL DE CEREALES	ESCALA	1:100
FECHA	2015	UNIDADES MM	MM
PL. No. 1	RELIEVE		