

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

SERVICIO DE MONITOREO Y TELEMETRÍA PARA LA EXTRACCIÓN DE AGUAS EN POZOS
PROFUNDOS PARA CUMPLIR CON LA NORMATIVA D.G.A 1238

Trabajo de Titulación para optar al Título

Profesional de Ingeniero de Ejecución en

CONTROL E INSTRUMENTACIÓN

INDUSTRIAL

Alumno:

José Carlos Puelles Manottupa

Profesor Guía:

Mag. Loreto Marín Carcey

2023

RESUMEN

KEYWORDS: TELEMETRÍA, CONTROL, TIA PORTAL, VENTAS, DGA

El presente trabajo de titulación busca dar solución a dos problemas, la primera busca generar un aumento en las ventas de la empresa Imp. Tec. Vignola Saic, la cual será la encargada de prestar el servicio de monitoreo y control, la segunda es poder dar cumplimiento a la normativa impuesta por la Dirección General de aguas (DGA), donde se solicita a todas las personas y empresas que posean pozos de aguas tener un control de cuanto es su extracción de agua.

Primero se estudiará toda la normativa 1238 impuesta por la DGA para poder dar cumplimiento al pie de la letra esta normativa vigente.

Se indicarán las características de los equipos para la selección del flujómetro, del transmisor hidrostático además del PLC, con el objetivo de dar cumplimiento a los requisitos expuestos en la normativa 1238 DGA.

Selección del diámetro para el flujómetro dependiendo del caudal requerido, donde se deberá utilizar un software diseñado por Siemens (Siemens Process Instrumentation Product Sizing)

Se utilizará un software para la creación de un programa que irá cargado en el PLC, este equipo será usado como datalogger para poder almacenar toda la información recogida de los instrumentos de campo, para este caso serán flujómetro y transmisor Hidrostático.

La telemetría se realizará a través del webserver que tendrá el PLC seleccionado para poder comunicarlo con la red y tener todo el monitoreo en línea.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES Y OBJETIVOS..... 2

1 ANTECEDENTES Y OBJETIVOS..... 3

1.1 ANTECEDENTES GENERALES..... 3

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 3

1.3 INSTALACIÓN 4

1.3.1 Tipos de instalación según rango de extracción de aguas 5

1.3.2 Transmisión de datos 6

1.4 IMPORTANCIA DE RESOLVER ESTE PROBLEMA..... 8

1.5 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN..... 8

1.6 EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS..... 10

1.6.1 Alternativa de solución seleccionada 11

1.7 VALOR AGREGADO..... 11

1.8 OBJETIVOS..... 11

1.8.1 Objetivo general 11

1.8.2 Objetivos específicos..... 12

CAPÍTULO 2: SELECCIÓN DE EQUIPOS Y PROGRAMACIÓN 13

2 SELECCIÓN DE EQUIPOS Y PROGRAMACIÓN..... 14

2.1 SELECCIÓN DE EQUIPOS..... 14

2.1.1 Selección de sensor de flujo 14

2.1.2 Selección de transmisor para flujómetro 15

2.1.3 Selección de sensor Hidrostático 16

2.1.4 Selección PLC para programación de Datalogger..... 16

2.2 INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE MEDICIÓN 17

2.2.1 Montaje de flujómetro 18

2.2.2 Montaje de transmisor hidrostático..... 19

2.2.3 Montaje de PLC..... 20

2.3 PROGRAMACIÓN DE LOGO V8 EN SOFTWARE LOGOSOFT V8.3 21

2.4 CREAR CUENTA EN AWS, PROGRAMA DE LWE Y CONFIGURAR LOGO 24

2.4.1 Cuenta en AWS y configuración de Logo Soft 24

2.4.2 Creación de pantalla en LOGO WEB EDITOR (LWE) 26

2.5	Planificación del servicio.....	30
CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN ECONÓMICA		31
3	EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	32
3.1	Costos de materiales.....	32
3.2	Costos de profesionales.....	32
3.3	Costos viáticos	33
3.3.1	Servicios adicionales.....	34
3.3.2	Costos de imprevistos.....	34
3.3.3	Moneda a utilizar.....	35
3.3.4	Estimación de ingresos y egresos.....	35
3.3.5	Depreciación.....	37
3.3.6	Financiamiento	37
3.3.7	Tasa de descuento.....	39
3.4	Flujo de caja del proyecto.....	41
3.5	Sensibilización.....	45
3.6	Resumen de sensibilidad	47
CONCLUSIONES		48
BIBLIOGRAFÍA.....		49
WEBGRAFÍA.....		50
ANEXOS Y COTIZACIONES		51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Sistema de medición	4
Figura 2-1 Flujómetro Mag 5100W	15
Figura 2-2 Transmisor Mag 5000 Siemens	15
Figura 2-3 Sensor Hidrostático LH100	16
Figura 2-4 Logo V8 24VDC	17
Figura 2-5 PI&D del proceso.	18
Figura 2-6. Instalación Mag 5100w.....	18
Figura 2-7. Conexionado de Flujómetro	19
Figura 2-8. Transmisor Siemens LH100	19
Figura 2-9. Caja de conexionado Transmisor LH100	20
Figura 2-10. Diagrama de cableado Logo v8	20
Figura 2-11. Diagrama de conexión de instrumento.....	21
Figura 2-12. Bloque Amplificador analógico.....	22
Figura 2-13. Programa totalizador de flujo.	22
Figura 2-14. Programa totalizador de flujo.	23
Figura 2-15. Programa totalizador de flujo.	23
Figura 2-16. Textos de aviso Logo PLC.....	24
Figura 2-17. Configuración de Logosoft para la usar logo con la nube.	25
Figura 2-18. Configuración de Logosoft para la usar logo con la nube.	26
Figura 2-19. Configuración de LWE.	27
Figura 2-20. Configuración de objetos.	27
Figura 2-21. Imagen de pantalla en LWE.....	28
Figura 2-22. Entorno de Elastic Beanstalk operativo.....	28
Figura 2-23. Configuración de LWE con AWS.....	29
Figura 2-24. Link de acceso a nueva aplicación.....	29
Figura 2-25. Acceso online a LWE.....	30
Figura 3-1. Fórmula para cálculo de Tasa de Interés.....	39
Figura 3-2. Informe IPSA 2022.....	40
Figura 3-3. Calculo de tasa de descuento método CAMP.	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Zonas que cubre la oficina de Vignola en Valparaíso, rango en l/s.....	4
Tabla 1-2. Formas de transmitir la información recopilada según rango de caudal.....	6
Tabla 1-3. Información que se debe enviar al software D.G.A.....	7
Tabla 1-4. Escala de calificación.	10
Tabla 1-5. Grilla de evaluación de alternativas.	10
Tabla 2-1. Planificación del servicio.....	30
Tabla 3-1. Resumen de materiales para servicio.	32
Tabla 3-2. Costo de Profesionales.	33
Tabla 3-3. Costos de Viáticos.....	33
Tabla 3-4. Costo de servicio adicional.	34
Tabla 3-5. Costo de imprevistos.	34
Tabla 3-6. Costo total de inversión.....	35
Tabla 3-7. Resumen del primer año de operación y sus ingresos proyectados.....	36
Tabla 3-8. Resumen del segundo año al quinto año de operación.....	36
Tabla 3-9. Resumen de créditos y porcentajes de simulación.....	37
Tabla 3-10. Resumen del crédito y porcentaje de financiamiento 25%.	38
Tabla 3-11. Resumen del crédito y porcentaje de financiamiento 50%.	38
Tabla 3-12. Resumen del crédito y porcentaje de financiamiento 75%.	38
Tabla 3-13. Tabla de flujo sin financiamiento.	41
Tabla 3-14. Tabla de flujo con financiamiento de 25%.	42
Tabla 3-15. Tabla de flujo con financiamiento de 50%.	43
Tabla 3-16. Tabla de flujo con financiamiento de 75%.	44
Tabla 3-17. Resumen de indicadores de rendimiento de proyecto.....	45
Tabla 3-18. Resumen de los indicadores de rendimiento del proyecto VAN e IVAN.	45
Tabla 3-19. Resumen valor de servicio.....	46
Tabla 3-20. Variación de ingresos de los años desde 1 al 5 en [UF].	46
Tabla 3-21. Resultados de variación del VAN.....	46

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

SIGLA

AWS : Amazon Web Server

DGA : Dirección General De Aguas

INN : Instituto Nacional de Normalización

LWE : Logo Web Editor

MEE : Monitoreo de Extracción Efectiva

PLC : Control Lógico Programable

SAIC : Sociedad Anónima Industrial y Comercial

UTC : Tiempo Universal Coordinado

SIMBOLOGÍA

A : Amperes

IP : Protección Internacional

IP : Protocolo de Internet

mA : Mili Amperes

VAC : Voltaje Corriente Alterna

VDC : Voltaje Corriente Continua

INTRODUCCIÓN

La empresa Imp. Tec. Vignola S.A.I.C, busca expandir el negocio de ventas de equipos industriales a través de la incorporación de servicios, es por eso que se estudiará la nueva normativa 1238 DGA para poder entregar un proyecto de servicio para dar solución a esta nueva normativa que está vigente.

El proyecto de telemetría y monitoreo permitirá cumplir la Norma DGA 1238 que fue impuesta por la Dirección General de Aguas, que trata sobre el control de extracciones de aguas en pozos, ríos y canales en territorios con escases hídrica.

Con un equipo de ingenieros y técnicos capacitados, la empresa Imp. Tec. Vignola S.A.I.C fundada en 1946, busca dar solución a esta normativa con instrumentos de alta calidad para el mercado industrial.

Además de prestar un servicio económico con respecto de la competencia, el usuario conocerá con exactitud la cantidad de agua extraída de los pozos, a través de una solución inteligente (hardware + software), la cual cuenta con sensores industriales para la medición (flujómetro y transmisor hidrostático).

La plataforma online permitirá tener una visión de la cantidad de agua extraída, además de los niveles de los pozos.

El sistema estará comunicado a la red de internet vía cable Ethernet para poder tener comunicación con la nube donde se podrán visualizar los datos de forma online.

De esta forma este proyecto cumplirá con las exigencias de esta normativa y evitar las multas estipuladas que dependiendo de los rangos de agua extraído va aumentando.

Además se realizará un estudio de flujo de caja que permitirá evaluar qué modelo de financiamiento es el más adecuado, simulando un flujo de caja con financiamiento propio y flujos de caja con créditos del 25%, 50% y 75% del total de la inversión.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

1 ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

En este capítulo se analizará la situación actual en la cual este proyecto se encontrará inmerso, además se mostrará tres tipos de soluciones para llevar acabo y se dará a conocer los objetivos que se deben tener para que este proyecto se pueda realizar.

1.1 ANTECEDENTES GENERALES

La empresa Imp. Tec. Vignola SAIC es una empresa ya posicionada en Chile dedicada a la venta de repuestos industriales, prestar servicios de ingeniería y servicios de mantenimiento y fabricación gracias a su maestranza dedicada a dar soluciones a las empresas mineras, forestales, etc.

Vignola abarca seis áreas:

- Oleohidráulica
- Neumática
- Control de proceso
- Instrumentación
- Ensayos no destructivos
- Laboratorio de calibración certificada por la INN

Gracias a que manejan un gran abanico de productos es que es posible dar solución a muchos problemas industriales.

Vignola empezó sus funcionamientos en el año 1946 y fue fundada por Don Mario Vignola Riesle. Actualmente, posee 5 oficinas ubicadas en: Valparaíso, Santiago, Concepción, Puerto Montt y Antofagasta, cubriendo el largo del país.

La oficina de Valparaíso es la encargada de brindar atención desde la Tercera Región hasta Quinta Región.

Actualmente, la oficina de Valparaíso se encuentra buscando crecer a través de los servicios industriales, es por eso que surge la idea de un proyecto que dé solución al problema de monitoreo para la extracción de aguas en pozos profundos, debido a la nueva normativa implantada por la Dirección General De Aguas.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La nueva normativa 1238 establecida por la D.G.A (Dirección General De Aguas), indica que todo pozo que esté inscrito y pertenezca a la zona de extracción restringida

deberá contar con un sistema de extracción de aguas. Debido a que la oficina donde se presentará el proyecto es en Valparaíso, las zonas que estarían dentro de esta normativa serían Coquimbo y Valparaíso ya que son las zonas de cobertura de la oficina Vignola Valparaíso.

Se deberá efectuar un estudio y selección de equipos para dar solución a esta nueva normativa impuesta por la D.G.A.

Las zonas que deberán contar con este sistema y son parte del territorio de atención de la oficina de Vignola en Valparaíso se muestran en la tabla 1-1.

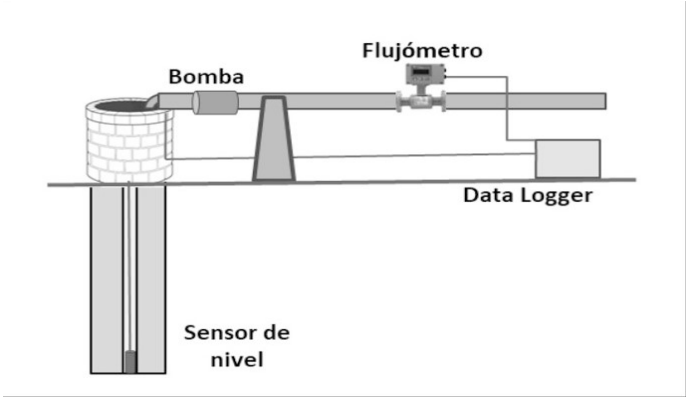
Tabla 1-1. Zonas que cubre la oficina de Vignola en Valparaíso, rango en l/s.

Región	Territorio	Estándar rangos en L/S			
		Muy pequeño	Pequeño	Medio	Mayor
Coquimbo	Provincia de Choapa	≤ 2	$2 < X < 10$	$10 \leq X < 30$	≥ 30
Coquimbo	Provincia de Elqui y Limarí	≤ 2	$2 < X < 10$	$10 \leq X < 30$	≥ 30
Valparaíso	Provincia Petorca	≤ 0.5	$0.5 < X \leq 5$	$5 < X < 10$	≥ 10
Valparaíso	Provincia Quillota	≤ 0.5	$0.5 < X \leq 0.5$	$1.5 < X < 10$	≥ 10
Valparaíso	Comunas: Limache, Olmué, V. Alemana	≤ 0.3	$0.3 < X \leq 1$	$1 < X < 5$	> 5
Valparaíso	Provincia de San Felipe	≤ 0.6	$0.6 < X \leq 7.5$	$7.5 < X < 95$	> 95
VALPARAISO	COMUNAS DE CALLE LARGA, LOS ANDES	≤ 5	$5 < X \leq 14$	$14 < X < 53$	> 53
VALPARAISO	COMUNAS DE QUINTERO, CON CON	≤ 0.5	$0.5 < X \leq 1$	$1 < X < 11$	> 11

Fuente: Elaboración hecha con normativa 1238 D.G.A (Dirección General De Agua)

1.3 INSTALACIÓN

La normativa indica que toda instalación de extracción de agua deberá tener en su instalación un medidor de flujo, sensor de nivel para el pozo además de un datalogger capaz de almacenar los datos de ambos sensores para luego ser trasmitidos o presentados a la DGA. (Figura 1.1)



Fuente: diseño de instalación según normativa 1238 DGA

Figura 1-1 Sistema de medición.

1.3.1 Tipos de instalación según rango de extracción de aguas

Existen tres tipos de instalación de equipos para la extracción de aguas dispuesta por la normativa 1238 DGA y dependen del caudal de extracción que posean

- a) Sistema general
- b) Sistema básico
- c) Sistema para caudales muy pequeños

a) **Sistema general**

Este sistema comprende de una instalación que debe poseer lo siguiente

- **Flujómetro**: Capaz entregar la medición en m^3 y l/s, poseer comunicación compatible con el Data logger, un error máximo de 5% y debe abarcar entre el 20 y 120 % del caudal total autorizado en obra de captación.
- **Sensor de nivel**: El sensor de nivel puede ser de cualquier tipo, ejemplo: hidrostático, ultrasonido, etc. Lo importante es que deben entregar el nivel freático en metros y la señal de salida debe ser compatible con el Data logger.
- **Datalogger**: La información proporcionada por los sensores deberá almacenarse en el Datalogger que deberá poseer memoria que sirva para el registro y respaldo de la información almacenada. Deberá almacenar la información de a los menos 3 años indicando fecha y hora de la medición. El datalogger que se instale deberá estar configurado a la zona horaria UTC -4^h.

b) **Sistema básico**

Este sistema se compone de medidor de flujo y sensor de nivel freático, el datalogger no es obligatorio para este sistema.

- **Flujómetro**: deberá cumplir las mismas exigencias que en el sistema general
- **Sensor de nivel freático**: este equipo debe medir el nivel en metros, puede ser un equipo portátil, como los pozómetros que poseen una cinta milimetrada con un electrodo en extremo, montado en un carrete.
- **Datalogger**: no es obligatorio para este sistema.

- c) **Sistema para caudales pequeños**: Para las obras de captación que tengan una extracción de aguas muy pequeña, es decir a caudales menores al definido por la

DGA Regional, será necesario instalar un flujómetro que deba cumplir con las mismas exigencias que un sistema medición general. La información recopilada del totalizador del flujómetro deberá ser informado a través del software de monitoreo de extracciones efectivas (MEE).

1.3.2 Transmisión de datos

Los datos recopilados deberán ser trasmitidos al software de la DGA llamado Software de Monitoreo de Extracción Efectivas.

Para ello existen 3 tipos de formas para trasmitir la información recopilada y son:

- Online
- Por Formulario
- Por Archivo
-

Dependiendo del caudal que se extraiga es que dependerá el sistema y la forma de transmitir los datos, ver tabla 1-2.

Tabla 1-2. Formas de transmitir la información recopilada según rango de caudal.

COMPONENTES	CAUDALES PEQUEÑOS	MENOR	MEDIO	MAYOR
Sistema medición	Para caudales pequeños	Básico	General	General
Frecuencia medición	2 Medición/Año	1 Medición/Mes	1 Medición/Día	1 Medición/Hora
Sistema transmisión	Por formulario	Por formulario	Por archivo	Online
Frecuencia de medición	Debe transmitir al menos 1 vez al año	Debe transmitir al menos 1 vez al año	Debe transmitir al menos 1 vez cada 15 días	Debe transmitir al menos 1 vez cada medición
Desfase entre medición y transmisión	Máximo 1 mes	Máximo 1 mes	Máximo 15 días	Máximo 7 días

Fuente: Elaboración hecha con la normativa 1238 DGA (Dirección General De Agua).

1.3.2.1 Formas de transmitir

a) Transmisión de forma online

Este tipo de transmisión deberá contar con los siguientes compontes para la transmisión de información.

- Trasmisión interna: Es el sistema mediante el cual se enviarán los datos obtenidos del flujómetro y sensor de nivel hacia un centro de control o de un datalogger hacia el control.
- Centro de control: corresponde al sitio donde se recopilan los datos medidos, en este lugar es donde se deberá respaldar los datos obtenidos por los equipos de medición.
- Transmisión al Software de la DGA (MEE): los datos obtenidos deberán ser procesados y transmitidos en formato XML hacia la DGA mediante un webservice.

b) Transmisión por archivo

Este sistema consta de la subida de un archivo Excel al software de la DGA. Para ello una vez que la información esté en la sala de control se debe adecuar para enviar un archivo Excel que contenga la información presente en tabla 1-3.

c) Transmisión por formulario

Este sistema consiste en escribir manualmente en el Software de la DGA los datos recopilados en terreno del flujómetro y pozómetro, cabe señalar que este caso es solo para caudales muy pequeños.

1.3.2.2 Datos que se deben enviar al software D.G.A (MEE)

La información que debe contener los archivos Excel se muestran en la taba 1-3

Tabla 1-3. Información que se debe enviar al software D.G.A.

VARIABLE	EJEMPLO DE DATO	DESCRIPCION
CÓDIGO DE LA OBRA	OB-0501-203	Código dado por el software de la D.G.A de monitoreo de extracciones efectivas cuando se registren los datos de la obra
FECHA DE MEDICIÓN	28-06-2022	Fecha de la medición (DD.MM.AA)
HORA DE MEDICIÓN	15:00:00	Hora de la medición
TOTALIZADOR (m^3)	104674	Valor del totalizador de flujómetro
CAUDAL (l/s)	5,56	Caudal medido por el flujómetro
NIVEL FREATICO EN (m)	25,6	Nivel medido por el sensor en metros

Fuente: Elaboración hecha con la normativa 1238 DGA (Dirección General De Agua)

1.4 IMPORTANCIA DE RESOLVER ESTE PROBLEMA

El desarrollo de este proyecto permitiría a Vignola abarcar más clientes y prestar el servicio de monitoreo, mantención de los equipos suministrados, teniendo en cuenta los aspectos que tiene esta nueva norma.

Cabe destacar que en la actualidad existen personas y empresas que aún no cuentan con el monitoreo de extracción efectiva (MEE) los que arriesgan ser multados con sanciones de primer grado de 5 a 10 UTM llegando a sanciones en grado 5 de hasta 2000 UTM. Para ser más claros, hablamos de una multa desde 282.785 CLP hasta los 115.114.000 CLP, cifras no menores por no cumplir con estas nuevas normas. Por lo tanto, es importante dar solución a esta problemática.

Implementar este sistema ayuda a contribuir a una explotación más regulada del agua en pozos, considerando la gran escasez hídrica que está viviendo el país en la actualidad.

De este modo Vignola se puede introducir a un nuevo mercado vendiendo sus productos industriales, además de ayudar a resolver el problema de la nueva norma puesta por la DGA.

1.5 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Alternativa n°1: “Implementación de sistema de monitoreo y telemetría basado en equipos Siemens”

Para dar solución a este problema con todos los aspectos técnicos que se requieren para desarrollarla, es que esta solución abarcara la medición de nivel con sensores hidrostáticos, medición de flujo con flujómetros y de un datalogger para guardar la información recopilada de los sensores y poder transmitirla a la DGA por medio de un web server según lo requiera el cliente, las bombas de agua no se considerarán en esta solución, ya que los sistemas de extracción de agua en pozos ya poseen la bomba, debido a que cuando se hacen los pozos, se realiza un estudio de terreno donde se especifica cuanto sería lo máximo de agua que se podría extraer.

Para la medición de nivel se usarán sensores nivel tipo hidrostáticos de la línea LH 100 de Siemens que son muy versátiles para estas aplicaciones, para lo cual es necesario tener especificaciones de profundidad del pozo para la selección del equipo y determinar el largo de cable necesario para sumergir el transmisor hidrostático al fondo del pozo.

Para la medición de flujo se usará el sensor Mag 5100w de la marca Siemens, este equipo es de funcionamiento magnético y posee un liner de goma dura que lo hace efectivo

para la medición de agua potable o no potable, se acompañará con el transmisor Mag 5000 de Siemens.

Para determinar el tamaño del sensor a seleccionar, se usará el programa de Siemens FLOW SIZING & CALCULATION, que permitirá ingresar el caudal mínimo y máximo que entrega la bomba de agua y nos determinará qué tamaño de flujómetro se deberá usar, teniendo en cuenta la velocidad del flujo.

El datalogger será construido a base de un LOGO V8 de la marca Siemens, el cual posee 4 entradas análogas para poder conectar flujómetro y sensor hidrostático, además de prestar beneficio como lo es la ubicación geográfica, web server. Para su configuración se utilizará su software llamado LOGO SOFT

De esta manera se pueden medir las variables y recopilar la información para luego poder reportarlo a la D.G.A según lo que indique el sistema de medición a utilizar.

Cabe destacar que esta solución sería aplicable para todos los sistemas de medición establecidos por la norma 1238 D.G.A.

Alternativa n°2: “Implementación de equipamiento para sistemas de caudal pequeño y básico”

Esta alternativa solo se centrará en los sistemas de caudal pequeño y básico por lo cual no requerirá del sistema de telemetría. Para esta solución se usará medidores de turbina con salida de pulsos.

El nivel se medirá a través de sensores nivel hidrostático considerando altura del pozo para su selección, además de un indicador para visualizar la medición del sensor hidrostático.

Para ambos sistemas no se requiere datalogger, por lo cual la información se toma en terreno y luego se cargará a la plataforma de la DGA. El cliente deberá tomar los datos manualmente para luego subirlos al sistema DGA en formato Excel

Alternativa n°3: “No hacer nada y seguir con la política de venta establecida”

La tercera alternativa consta de no aplicar ningún servicio de ingeniería y seguir con la venta de repuestos puntuales según los clientes requieran, la aparición de competencia hace que los márgenes de ventas tengan que bajar para ser más competitivos en el mercado.

Ya que no existen servicios de ingeniería los equipos se venden individuales perdiendo y desaprovechando el stock y la gran cantidad de stock que se maneja actualmente en bodega, la cual no ha sido explotada, desperdiciando una gran oportunidad de negocios.

1.6 EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

A partir de las 3 soluciones entregadas en este proyecto, se realizará un análisis para la sección de la solución más adecuada. Se utilizarán 5 criterios de puntuación para para esta selección, cada criterio se evaluará de 1-5, siendo 1 muy deficiente y 5 es óptimo.

Como se muestra en la tabla de calificaciones 1-4, cada uno de estos criterios llevará una puntuación para luego ser sumados y sacar el promedio de nota, la alternativa de solución con mejor nota será la elegida para ser realizada.

Tabla 1-4.Escala de calificación.

Muy deficiente	Deficiente	Aceptable	Bueno	Óptimo
1	2	3	4	5

Fuente: Elaboración propia en base a escala de evaluación.

Los criterios que se utilizarán serán 5, empezando por el grado de innovación que permitirá evaluar el impacto que tendría la solución, el segundo criterio será el costo de desarrollo que ayudará a entender más o menos los gastos de implementar esta solución, se consideró como criterio el Beneficio que permite evaluar las ganancias y oportunidades de la solución.

Como cuarto criterio se considerará el tiempo de aplicación que permitirá tener una estimación de lo que demoraría implementar la solución y por último la viabilidad de la solución, con este criterio podemos ver si es viable ejecutar la solución.

En la siguiente tabla se aprecian los criterios ya mencionados con la puntuación dada a cada alternativa, el promedio de la suma de puntos de cada solución nos dará el puntaje para elegir la alternativa a ejecutar.

Tabla 1-5.Grilla de evaluación de alternativas.

Criterio Solución	grado de innovación	costo de desarrollo	beneficio	tiempo de aplicación	viabilidad	Total
Solución 1	5	3	5	4	5	4,4
Solución 2	3	3	3	4	5	3,6
Solución 3	1	5	1	5	5	3,4

Fuente: Elaboración propia basada en comparación de alternativas.

1.6.1 Alternativa de solución seleccionada

Según la tabla de evaluación de criterios, se obtuvo que la mejor alternativa de solución es la número 1, esta solución presenta una gran innovación para la empresa, además de tener un costo de desarrollo relativamente bueno, porque los instrumentos e ingeniería ya se encuentran en Vignola.

Con respecto a la viabilidad, esta solución es posible desarrollarlo, además que está pensado en dar cumplimiento a la normativa 1238 puesta por la D.G.A.

El tiempo de desarrollo solo será en la ejecución del sistema, ya que los equipos ya se encuentran en bodega.

Los beneficios serán para la empresa en el sentido que generarán más ventas de productos que estarán constituido en los servicios. Además de estar cumpliendo con la normativa estipulada, evitará el cobro de multas para clientes.

1.7 VALOR AGREGADO

La marca utilizada para la realización de este proyecto será Siemens, que es de origen alemana, además de ser una marca reconocida por sus avances tecnológicos tiene excelentes equipos para la Medición de flujo y nivel.

Vignola es distribuidor de Siemens, por lo cual todos los equipos que se usarán en este proyecto se encuentran en bodega para su rápido acceso y ejecución del servicio.

Vignola es una empresa industrial con muchos años en el mercado, por lo tanto, las empresas y personas ya tienen la confianza que el servicio que se proporcionará para cumplir con la normativa será de excelencia.

1.8 OBJETIVOS

En esta sección se describirá el objetivos generales y los objetivos específicos que se deben cumplir en el desarrollo de esta solución elegida.

1.8.1 Objetivo general

Diseñar un sistema de monitoreo para lograr un incremento en las ventas a base de la realización de este proyecto generando más oportunidades en la comercialización de equipos y dar cumplimiento a la normativa 1238 DGA.

1.8.2 Objetivo específicos

Para lograr los objetivos generales se deberán cumplir los siguientes objetivos específicos.

- Elegir el sistema de monitoreo adecuado
- Seleccionar los equipos correctos
- Diseñar la lógica de programación de los equipos
- Diseñar planos de conexiones
- Realizar análisis económico

CAPÍTULO 2: SELECCIÓN DE EQUIPOS Y PROGRAMACIÓN

2 SELECCIÓN DE EQUIPOS Y PROGRAMACIÓN

En este capítulo se mencionaran los equipos que se usarán en el proyecto, además de visualizar diagramas de conexión de los instrumentos y de cómo se debe realizar la configuración del Plc con la nube de AWS.

2.1 SELECCIÓN DE EQUIPOS

Los equipos que se usarán para realizar el servicio de monitoreo y telemetría serán de la marca Siemens, todos los equipos seleccionados deberán cumplir con las exigencias expuestas por la normativa 1238 DGA que se mencionaron en el capítulo anterior.

La normativa solicita tres equipos como base para realizar el sistema de monitoreo, los cuales serán seleccionados a continuación

2.1.1 Selección de sensor de flujo

El medidor de flujo que se usará en estos sistemas será el flujómetro magnético MAG 5100W de la marca Siemens, que se puede observar como es físicamente en la figura 2-1. Este medidor está especialmente diseñado para aplicaciones de los sectores de aguas subterráneas, agua potable, agua residuales y lodos.

El sensor de medida convierte el caudal en un voltaje proporcional a la velocidad de flujo, el que es convertido por el transmisor en una señal normalizada capaz de ser interpretada como caudal y volumen pasado.

Este sensor se configurará según los requerimientos del proceso, ya que se puede solicitar con el liner interno de GOMA DURA o EPDM, además que la conexión a proceso puede ser ANSI B16.5 CLASE 150 o EN 1092-2 PN 16, desde DN15 (½") hasta DN2000 (80").

Para estos sistemas se usará el liner de GOMA DURA que tendrá compatibilidad química con fluidos no corrosivos con una temperatura de -5°C hasta los 70°C y se trabajará con la conexión a proceso de norma EN 1092-1 PN 16

El Mag 5100w posee sus anillos de puesta tierra ya incorporado en sus flanges lo que permite poder instalarlo en tuberías de plástico y acero sin necesidad de instalar a parte la puesta a tierra.

Con ayuda del software Flow Tools se determinara el diámetro del flujómetro que se deberá usar, solo se debe tener el flujo mínimo y flujo máximo para que el software nos

indique que diámetro de flujómetro es el indicado, se debe tener en consideración a la hora de elegir que la velocidad del flujo esté en 1 y 3 m/s para tener una correcta lectura.



Fuente: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/109745616/cat%C3%A1logo-fi-01-%C2%B7-2021-productos-para-la-instrumentaci%C3%B3n-de-procesos?dti=0&lc=es-CL>

Figura 2-1 Flujómetro Mag 5100W

2.1.2 Selección de transmisor para flujómetro

El transmisor de flujo debe cumplir con los requisitos expuestos por la normativa 1238, para este equipo se solicita que tenga una precisión 0,5% del caudal, medición del totalizado se muestre en m^3 y el caudal instantáneo en L/S.

El equipo que se seleccionará será el modelo Mag 5000 de Siemens en voltaje de 220 VAC N/P: 7ME6910-1AA10-1AA0 que se puede observar en la figura 2-2, el Mag 5000 posee protección IP67 que permitirá usarlo en la intemperie, además como el equipo estará en un ambiente húmedo se incluirá el kit de protección IP 68 para poder dejar encapsulado el bloque de conexión del transmisor y evitar problemas de cortocircuitos, este equipo posee como salida nativa 4-20 mA activa que permitirá comunicarlo con el data logger.



Fuente: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/109745616/cat%C3%A1logo-fi-01-%C2%B7-2021-productos-para-la-instrumentaci%C3%B3n-de-procesos?dti=0&lc=es-CL>

Figura 2-2 Transmisor Mag 5000 Siemens

2.1.3 Selección de sensor Hidrostático

Según la normativa, el sensor de nivel de pozo puede ser hidrostático o ultrasónico. Para este caso se seleccionará el sensor hidrostático modelo LH100 de la marca Siemens que se puede observar en la figura 2-3, el sensor LH100 consiste en una sonda de inmersión para medición del nivel hidrostático.

El sensor hidrostático mide los niveles de líquidos en tanques, depósitos, canales y embalses, por lo que no tendrá ningún problema en medir en pozos profundos, además se puede solicitar en diferentes niveles que dependerán de la profundidad del pozo, este sensor ya incluye el cable, por lo que al seleccionar se deberá tener en cuenta la profundidad y la distancia hasta el tablero de conexión para solicitar el cable, el estándar es con cable de 10mt.

El Lh100 posee una un diseño compacto además de una fácil instalación, posee un grado de protección de IP68 y escasa desviación de medida (0,3 %).

La señal de comunicación del sensor es de 4-20 mA para poder comunicarlo con el datalogger.



Fuente: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/109745616/cat%C3%A1logo-fi-01-%C2%B7-2021-productos-para-la-instrumentaci%C3%B3n-de-procesos?dti=0&lc=es-CL>

Figura 2-3 Sensor Hidrostático LH100

2.1.4 Selección PLC para programación de Datalogger

Para la creación del datalogger se usará un PLC Siemens de la línea LOGO!, este equipo tiene la capacidad para poder conectar entradas y salidas digitales, además de poseer webserver que servirá para poder enlazarlo con la nube de AMAZON WEB SERVER y poder realizar el monitoreo y telemetría.

Se usará el Logo V8 n/p: 6ED1052-1FB08-0BA1 que se puede observar en la figura 2-4, este equipo posee 8 entradas digitales y 4 salidas digitales. Para poder conectar los

equipos de Medición (flujo y nivel), se deberá agregar un módulo de expansión de 2 entradas análogas, para esto se utilizara el módulo AM2 de Logo n/p: 6ED1055-1MA00-0BA2.

Además, se deberá agregar una fuente de poder de 24VDC para poder alimentar el lazo de 4-20 mA, se utilizará una fuente de poder Logo de entrada 220vac y salida 24DC/2,5 A, el modelo a utilizar será el n/p: 6EP3332-6SB00-0AY0

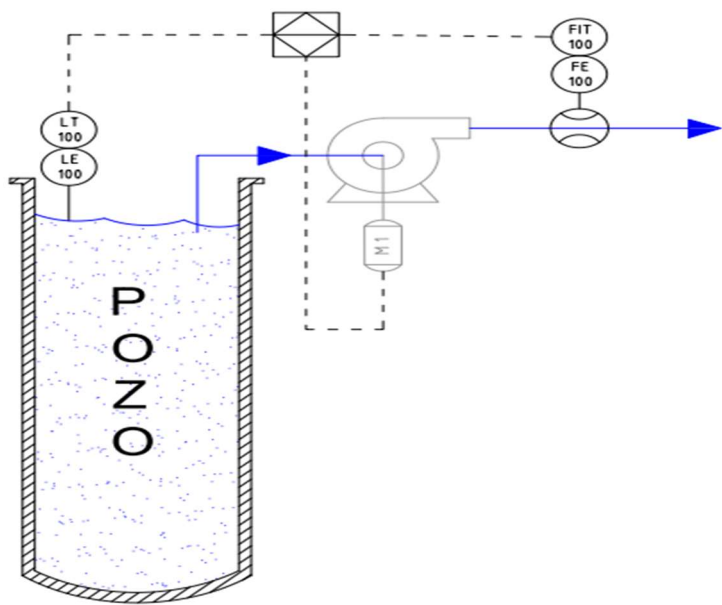


Fuente: <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/ES/Catalog/Product/?mlfb=6ED1052-1FB08-0BA1&SlepCountryCode=ES>

Figura 2-4 Logo V8 24VDC

2.2 INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE MEDICIÓN

La instalación de los equipos de medición será realizado por los técnicos y soldadores calificados, que deberán seguir las instrucciones de conexión y montaje que se mostraran a continuación, ver figura 2-5, cabe recalcar que se deberá seguir las recomendaciones para no cometer errores o fallas futuras.



Fuente: elaboración propia con Autocad.

Figura 2-5 PI&D del proceso.

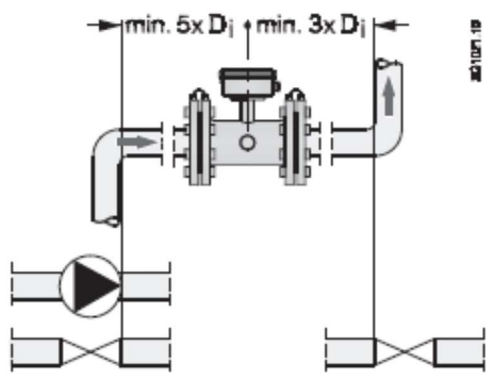
2.2.1 Montaje de flujómetro

El montaje del flujómetro será realizado por los soldadores calificados, que deberán instalar los contraflanges en la tubería para posteriormente realizar el montaje del flujómetro.

Se deberá corroborar que el fluido siempre será en sentido ascendente permitiendo que la tubería este siempre llena para no registrar errores de lectura, además de respetar las distancias lineales que estipula el fabricante en el montaje del flujómetro. Ver figura 2-6.

El ingeniero a cargo deberá verificar que no existan fugas y que se encuentre todo debidamente correcto según indica el fabricante.

Para visualizar paso a paso y recomendaciones de instalación, ver anexos.

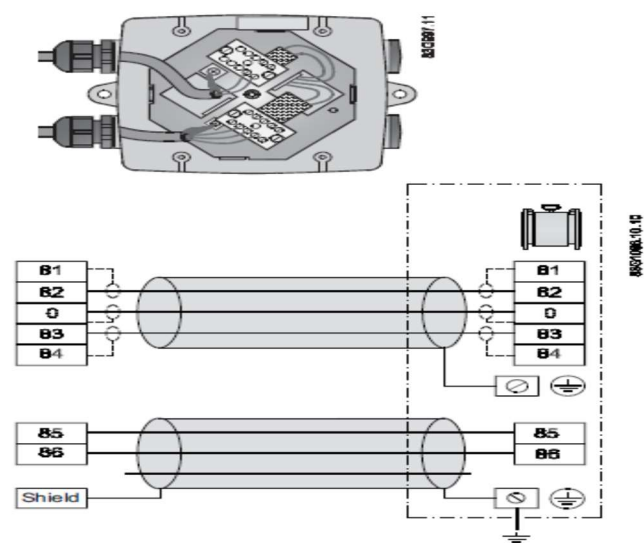


Fuente: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/673/45345673/att_81585/v1/MAG5100_OI_Es_es-ES.pdf

Figura 2-6. Instalación Mag 5100w

Los técnicos instrumentistas estarán a cargo de realizar el montaje del transmisor Mag 5000 sobre el flujómetro Mag 5100w, ver figura 2-7, para poder dar comienzo al cableado de alimentación y comunicación del flujómetro.

El transmisor deberá ser alimentado con 220 VAC y ser comunicado directamente con el PLC, los técnicos deberán de conectar la salida 4-20 mA, la salida de pulso y verificar su correcta comunicación con el PLC. Para ver paso a paso de conexión visualizar anexos.

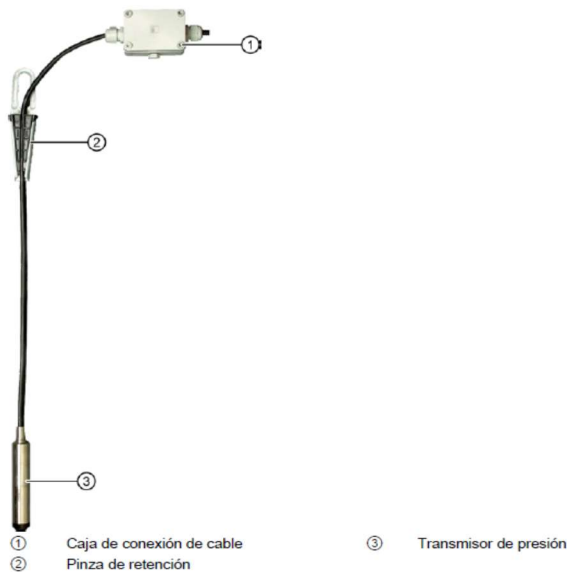


Fuente: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/673/45345673/att_81585/v1/MAG5100_OI_Es_es-ES.pdf

Figura 2-7. Conexionado de Flujómetro

2.2.2 Montaje de transmisor hidrostático

Los técnicos en instrumentación estarán a cargo de ejecutar el montaje del transmisor hidrostático, (Ver figura 2-8) para esto deberán sumergir el sensor hasta el fondo del pozo y hacer uso del accesorio de montaje para dejar colgando el sensor.

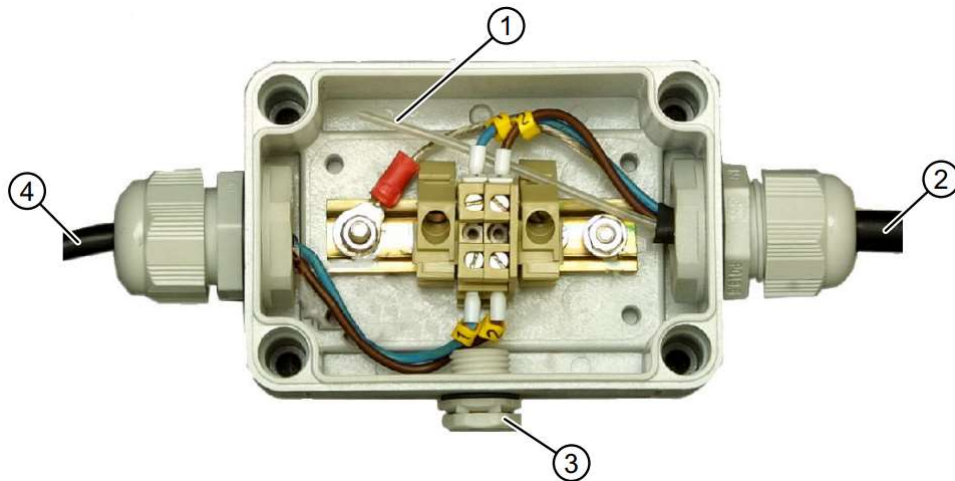


Fuente: <https://docs.rs-online.com/3214/A700000007243632.pdf>

Figura 2-8. Transmisor Siemens LH100

Una vez instalado y posicionado en el pozo, el técnico deberá realizar las conexiones eléctricas para poder energizarlo y comunicarlo con el PLC. Ver figura 2-9. El ingeniero deberá supervisar que todo esté instalado y conectado correctamente una vez finalizado la instalación del transmisor hidrostático.

Ver paso a paso de instalación en anexos.

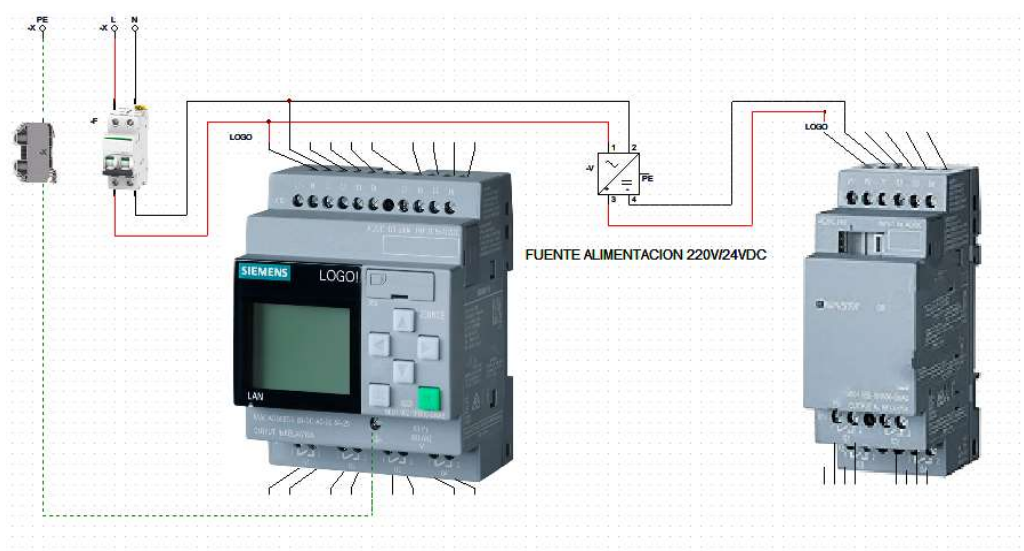


Fuente: <https://docs.rs-online.com/3214/A700000007243632.pdf>

Figura 2-9. Caja de conexionado Transmisor LH100

2.2.3 Montaje de PLC

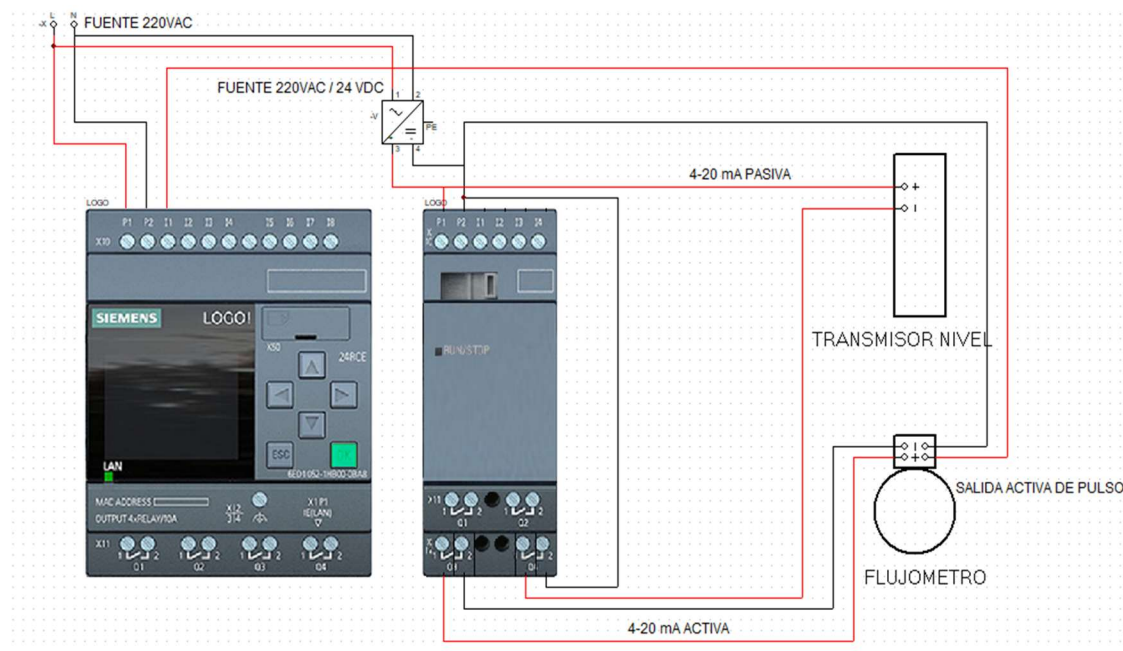
Los técnicos en instrumentación deberán montar el gabinete para posteriormente instalar el PLC con su respectivo modulo y fuente de poder, deberán revisar que estén cerca de alguna señal de red para poder conectar el PLC a la red de internet. Ver figura 2-10.



Fuente: Conexionado de LOGO V8, Fuente de PODER, MODULO AM2. CAD SIMU

Figura 2-10. Diagrama de cableado Logo v8

Una vez realizado el montaje del PLC, se podrá realizar la conexión de los instrumentos de medición y realizar la programación del PLC. Figura 2-11.



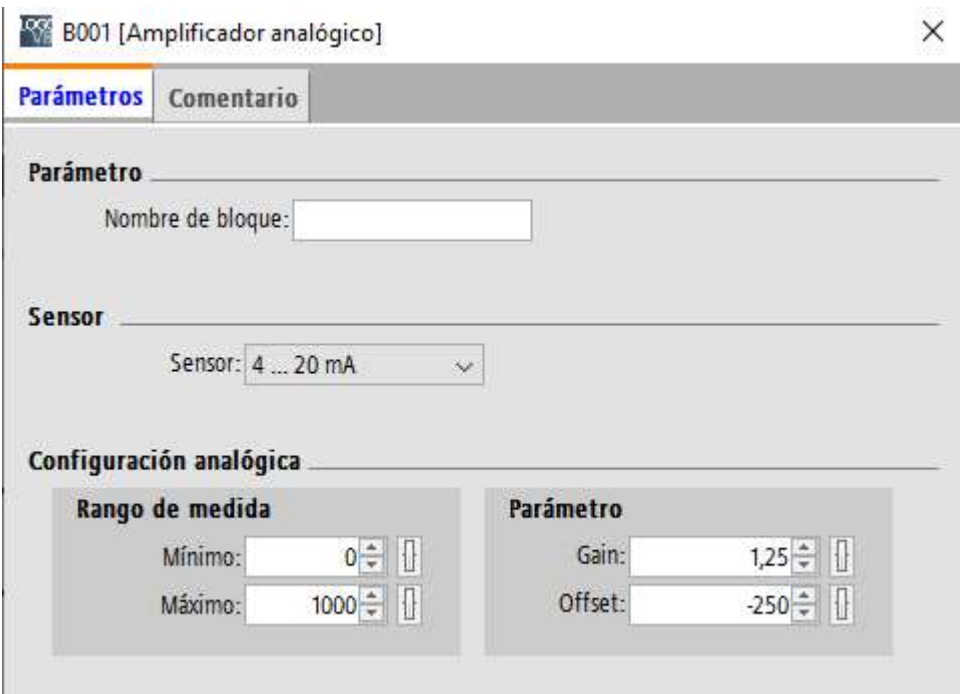
Fuente: Elaboración propia con Cade simu

Figura 2-11. Diagrama de conexión de instrumento.

2.3 PROGRAMACIÓN DE LOGO V8 EN SOFTWARE LOGOSOFT V8.3

Se usará el software Logo Soft V8.3 para realizar el programa que se cargará en el Plc Logo v8, el programa deberá cumplir con la función de recibir la información enviada por los instrumentos de medición y almacenar esta información para poder ser leída a través del Web Server.

El programa deberá contar con dos bloques de entrada análoga para poder recibir la señal de caudal instantáneo del flujómetro y el nivel del pozo con el transmisor hidrostático, ver figura 2-12. La señal del flujómetro se deberá configurar con el caudal mínimo y máximo para poder realizar el escalamiento 4-20mA y la señal del transmisor hidrostático, se deberá configurar metros con referencia a la profundidad del pozo. Para realizar el escalamiento se usará el bloque amplificador analógico que nos permitirá seleccionar la señal de entrada (4-20 mA) y dejarlo escalada en el valor final que queramos observar.

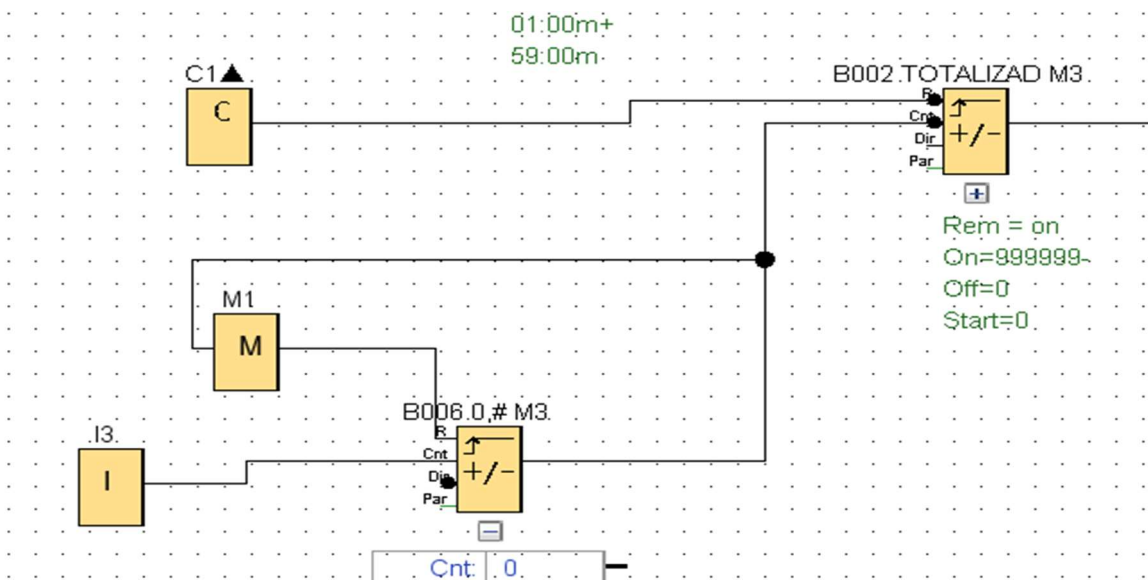


Fuente: Bloque amplificador analógico, Logo soft v8.3.

Figura 2-12. Bloque Amplificador analógico

Para realizar el programa del totalizador, se usará un bloque de entrada digital (I3) para comunicar la salida de pulso del transmisor Mag 5000, esta entrada ira en serie con un bloque contador (B006) que ira configurado de tal manera que cada 10 pulsos envíe una señal de activación a la salida, se configura de esta manera porque cada 10 pulsos significan 1 m^3 de agua y se usara una bloque M en paralelo con respecto a su salida para activar el reset del bloque

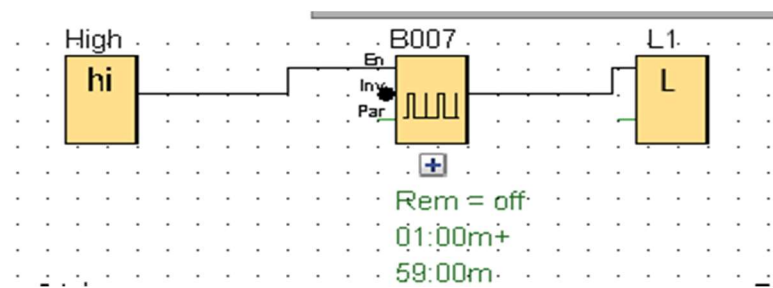
La señal de activación del contador B006 se conectara a otro contador que se usara de totalizador (B002), este último bloque será nuestro bloque totalizador el cual almacenara el caudal total, como máximo solo guardara el dato de 999999 m^3 y para resetear el bloque se utilizara un bloque de tecla del cursor del PLC Logo, ver figura 2-13.



Fuente: Bloques para control del totalizado. Programación propia. Logo soft v8.3.

Figura 2-13. Programa totalizador de flujo.

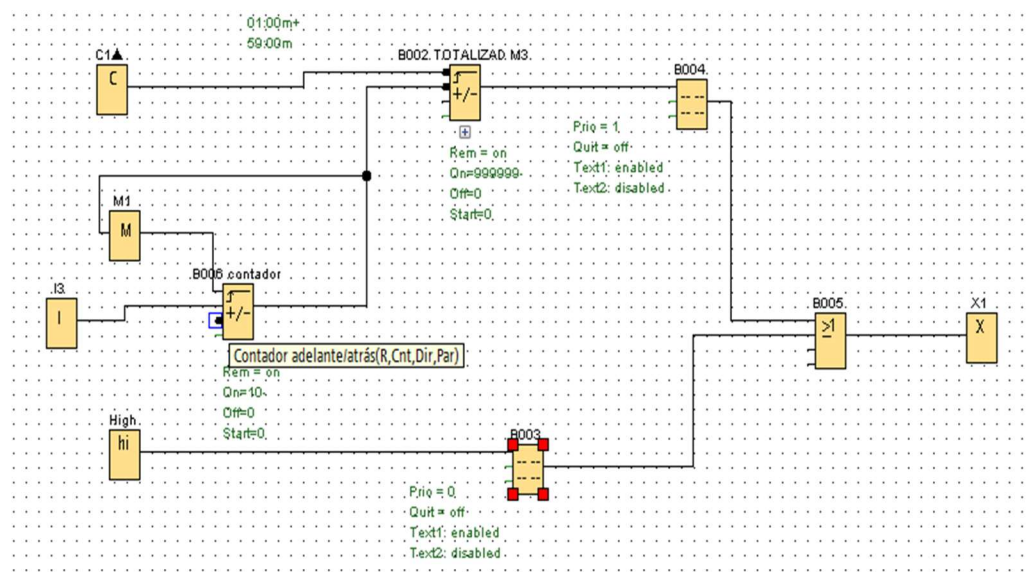
Para realizar el datalogger o ir guardando la información deseada, se usará un bloque registrador de datos, en la cual se tendrá tres variables guardadas, que será el totalizador, caudal instantáneo y el nivel del pozo. Este bloque será activado por un bloque High que permitirá mantener siempre activo el registrador, posterior al bloque High y en serie se colocara un bloque generador de impulsos, este bloque nos permite establecer cada cuanto tiempo deberá ir guardando los datos nuestro registrador y finalmente el bloque registrador, ver figura 2-14.



Fuente : Bloques para registrador de datos. Programación propia. Logo soft v8.3.

Figura 2-14. Programa totalizador de flujo.

Con el programa de captación terminado se realizaran 2 bloques de visualización que se pueden encontrar en Logo Soft como bloque “TEXTO DE AVISO” para presentar en la pantalla del PLC Logo, en estos textos de avisos se mostrara el totalizador y cuando se llene el máximo del totalizador cambie el mensaje a resetear con la tecla hacia arriba, ver figura 2-15.

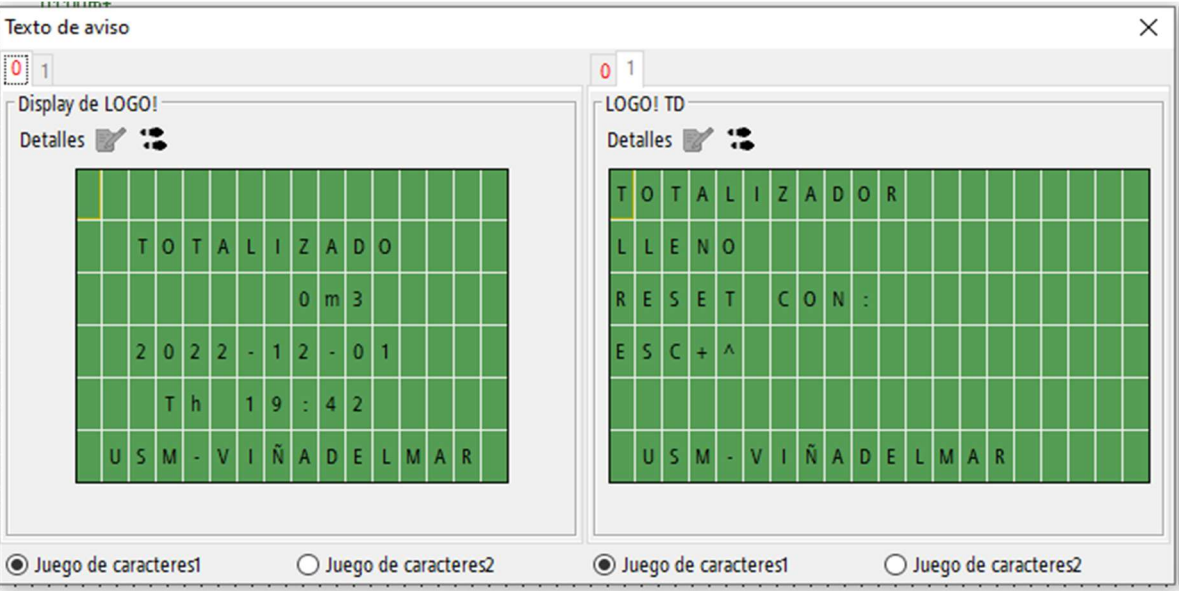


Fuente: Bloques para textos de aviso. Programación propia. Logo soft v8.3.

Figura 2-15. Programa totalizador de flujo.

El primer texto de aviso será el inicial y se mostrara siempre y cuando el bloque totalizador no llegue al máximo, en este texto se visualizara la hora, el totalizador y la fecha.

El segundo texto de aviso aparecerá cuando el bloque totalizador llegue a su máximo de 9999999 m^3, el bloque de texto ira en serie después del bloque totalizados B002 y en este aviso se informara que el totalizador está lleno y que se debe resetear pulsando la tecla hacia arriba del PLC, ver figura 2-16.



Fuente: Simulación de texto de aviso en pantalla Logo. Programación propia. Logo soft v8.3

Figura 2-16. Textos de aviso Logo PLC.

2.4 CREAR CUENTA EN AWS, PROGRAMA DE LWE Y CONFIGURAR LOGO

En esta sección se mostrara la configuración de la plataforma AWS, para poder realizar la vinculación con el programa creado en Logo soft, de esta forma visualizar los datos en la nube.

2.4.1 Cuenta en AWS y configuración de Logo Soft

Para crear una cuenta en AMAZON WEB SERVER (AWS) se deberá acceder al siguiente link.

- <https://aws.amazon.com>

En esta página se deberá crear un usuario donde al finalizar los pasos, solicitara una tarjeta bancaria, cabe destacar que la utilización de esta plataforma es gratuita por 1 año siempre y cuando se respete el nivel gratuito.

Con la cuenta creada deberemos buscar en la página SERVICIO para luego seleccionar la opción “Seguridad, Identidad y conformidad”, posteriormente seleccionamos la opción “IAM”, en la opción IAM se creara un usuario el cual después se tendrá que vincular con LOGO.

Se añadirán dos políticas de AWS para poder comunicarnos con Logo y realizar el monitoreo:

- AWSElasticBeanstalkManagedUpdatesCustomer
- AWSIoTFullAccess
- AdministratorAccessAWS ElasticBeanstalk

Con las políticas seleccionadas se da a siguiente y se pedirá una clave, con la clave seleccionada se puede terminar de crear el usuario dando click en “ Crear usuario”

En este punto la página de AWS entregara el ID y la clave de acceso que deberán guardar o descargar el archivo CSV ya que serán las credenciales para poder comunicar AWS con Logo.

Terminada de crear la cuenta en AWS se deberá configurar la nube en Logo Soft, se deberá seleccionar “ajustes de conexión a la nube” en Logosoft, se buscará la IP del Logo, se espera unos segundos y se abrirá una ventana con las configuraciones donde se deberá colocar la ID y la clave de acceso proporcionada por AWS, ver figura 2-17.

Acceso a la nube

☒ Activar acceso a la nube Aplicar

Ajustes de conexión a la nube

Estado del registro: No registrado Registrar objeto

Tipo de nube: Anular el registro

Nombre del objeto: Conexión de prueba

Punto final:

Información del registro

País/región:

Estado:

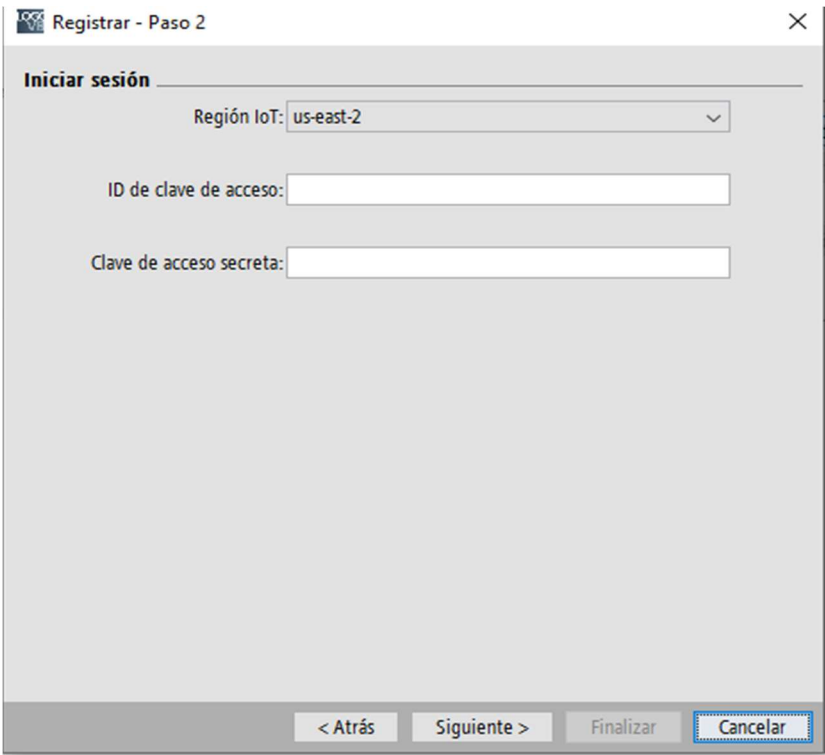
Organización:

Nombre de unidad:

Fuente: configuración de la nube en logosoft. www.aws.amazon.com.

Figura 2-17. Configuración de Logosoft para la usar logo con la nube.

En la configuración deberemos selecció “registrar objeto” y se abrirá otra ventana donde se rellenaran con el ID y la clave de acceso que nos entregó AWS.



Fuente: Requerimiento de ID y CLAVE DE ACCESO. www.aws.amazon.com.

Figura 2-18. Configuración de Logosoft para la usar logo con la nube.

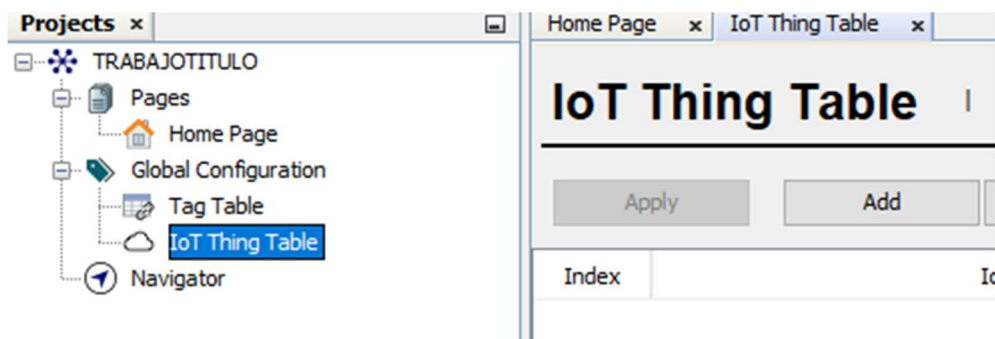
Con el ID y CLAVE DE ACCESO puestos se dará a siguiente para después otorgar un nombre y dar siguiente nuevamente, en este punto se cargaran los certificados y terminara el registro. Con el usuario de AWS registrado se puede realizar la conexión de prueba que indicara si todo está correcto.

Terminado la configuración se deberá ir a ``ajustes de transferencia de datos de la nube`` para seleccionar los valores que se quiera ver en la nube, terminado esta parte se deberá aceptar y ya se tendrá el Logo comunicado con la nube de AWS.

2.4.2 Creación de pantalla en LOGO WEB EDITOR (LWE)

Para crear la pantalla que se usara para visualizar las variable como nivel, caudal instantáneo y totalizado, se deberá usar el programa Logo Web Editor, este programa viene incluido en el Logo soft.

Se deberá abrir el programa LWE y crear un nuevo proyecto, posteriormente se deberá ir a la barra de herramientas y donde dice ``Global Configuration`` buscar la opción ``IoT thing table`` para luego agregar un nuevo dispositivo, el nombre que se le dará al dispositivo será el mismo que usamos cuando creamos el AWS.



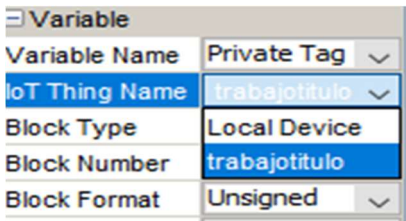
Fuente: Crear tabla IoT thing table en LWE.

Figura 2-19. Configuración de LWE.

Con la tabla IoT creada se podrá empezar a crear la pantalla para visualizar las variables, se usará la biblioteca de componentes de LWE para generar la pantalla que nos permitirá visualizar las variables.

La pantalla creada deberá contener nuestra variable de caudal instantáneo (AQ2), nivel del pozo (AQ1) y mostrar el totalizador (VD0).

Al configurar cada objeto en la pantalla se deberá configurar que estas estén en lot thing name: (el nombre que se creó).

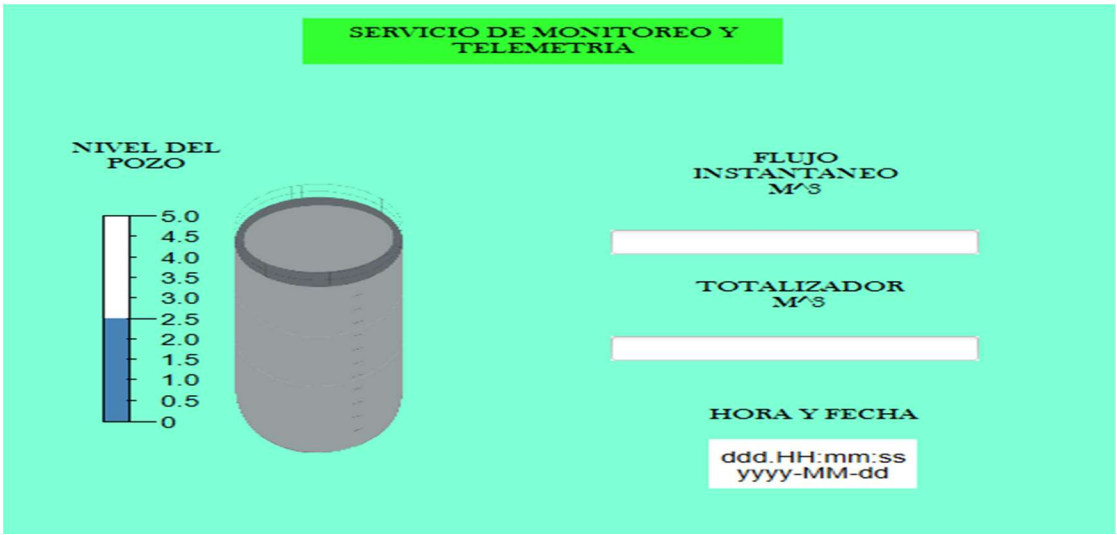


Fuente: Variable en tabla lot creada. LWE

Figura 2-20. Configuración de objetos.

La imagen que se creará, permitirá visualizar las tres variables que se necesitan visualizar para poder realizar el monitoreo de los caudales y niveles de agua en el pozo.

Con la imagen ya creada se podrá realizar la vinculación nuevamente de LWE con AWS para poder transmitir y ver nuestra imagen en la red, para esto se deberá ir a la cuenta de AWS y activar el servicio de Elastic Beanstalk. Ver figura 2-21.

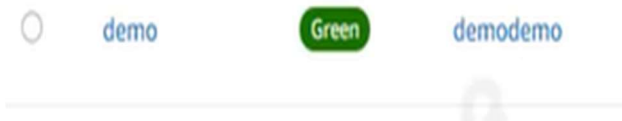


Fuente: Creación propia de pantalla en LWE

Figura 2-21. Imagen de pantalla en LWE.

Para activar el Elastic Beanstalk se deberá abrir la página de AWS, dirigirse a servicios y buscar Elastic Beanstalk, hacer clic y se abrirá una ventana donde se deberá crear un nuevo entorno, esto permitirá crear un entorno nuevo de servidor web.

El entorno se demorará algunos minutos en estar listos, al terminar nos arrojará el nombre de nuestro entorno y un aviso en verde que dirá "GREEN" y otro mensaje en verde dirá "SUPPORTED" esto indicará que el entorno está listo para ser usado. Ver Figura 2-22.

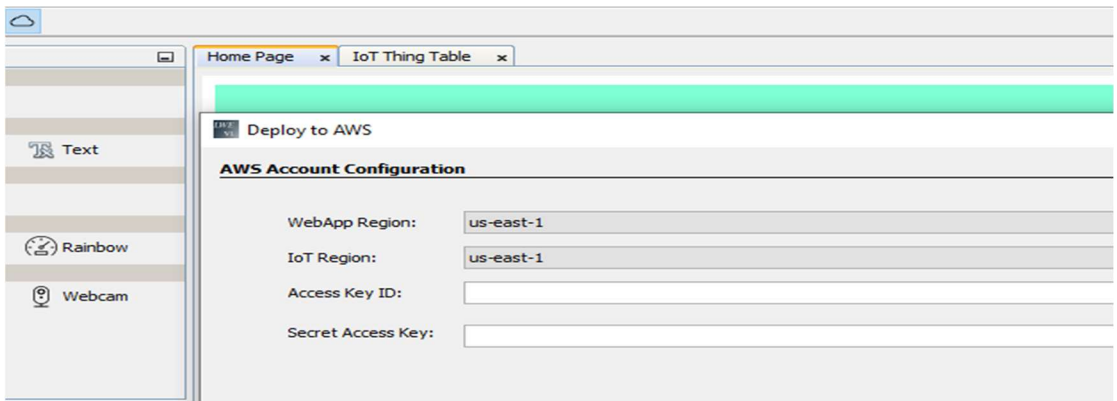


Fuente: Entorno operativo. Página de Amazon Web Service

Figura 2-22. Entorno de Elastic Beanstalk operativo.

Con el entorno de Elastic Beanstal activado, se podrá realizar la comunicación de la imagen creada en LWE con la plataforma de AWS, de esta forma poder visualizarlo en la red.

Para lograr la comunicación se deberá abrir la pantalla en LWE y hacer clic en la nube que aparecerá en la barra de herramientas, en la ventana que se abrirá se deberá seleccionar la región donde se creó la cuenta de AWS y las credenciales que son la ID y la clave de acceso que nos entregó AWS.

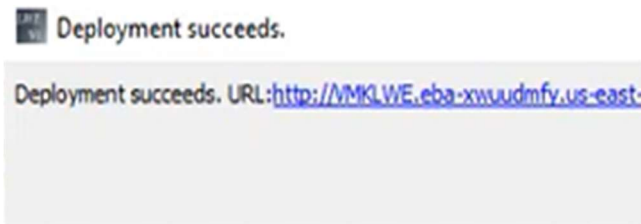


Fuente: Ventana de configuración para comunicarse con AWS, ventana de LWE

Figura 2-23. Configuración de LWE con AWS.

Con las credenciales escritas se dará a siguiente para luego seleccionar “crear una nueva aplicación” y asignar un nombre a esta nueva aplicación, se continuará dando clic en siguiente, luego se solicitara una clave de acceso que se solicitara cada vez que se quiera ingresar a la aplicación.

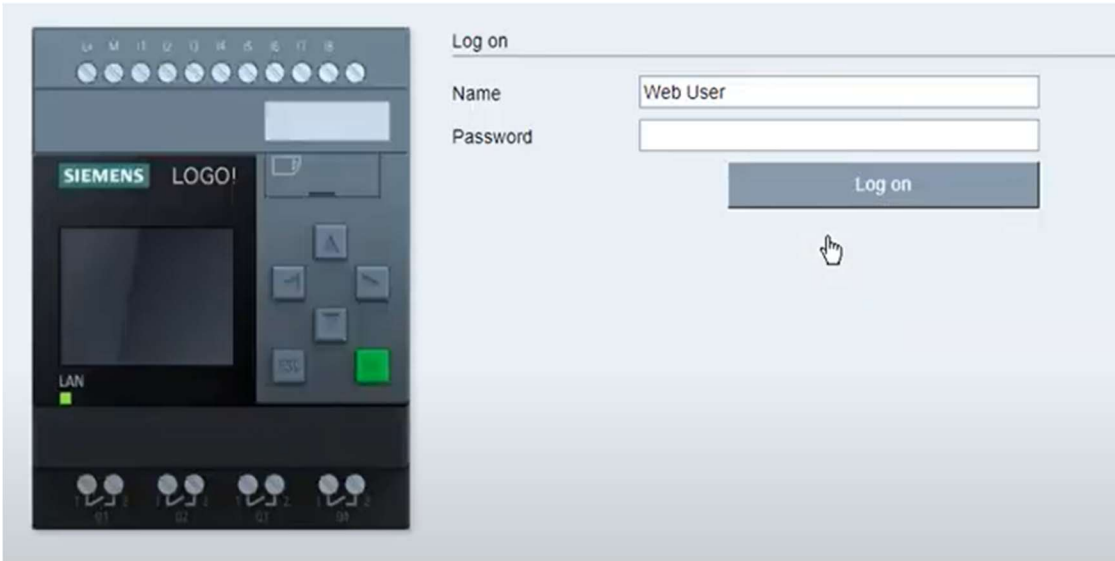
Con los datos ya escritos se dará a siguiente y empezara a cargar la nueva aplicación, con la aplicación finalizada su carga no mostrara una ventana con un link que será el acceso a esta aplicación.



Fuente: LWE, link de acceso

Figura 2-24. Link de acceso a nueva aplicación.

El link entregado por LWE permitirá ver la aplicación en cualquier navegador de forma online, al acceder en el navegador se abrirá una venta que solicitará la clave de acceso que se proporcionó al configurar LWE para AWS, de esta manera se podrá acceder a visualizar de forma online las variables creadas.



Fuente: Acceso web a LWE configurado con AWS

Figura 2-25. Acceso online a LWE.

2.5 Planificación del servicio

La planificación de servicio estará dividida en los puntos importantes y se podrán observar en la tabla 2-1.

La visita será la primera parte para realizar el servicio y sera realizado por el ingeniero quien deberá recopilar toda la información necesaria para planificar la instalación de los equipos, posterior a esto se deberá tener los caudales que se requieren medir para seleccionar el sistema de Medicion.

Los técnicos en instrumentación se encargaran de la selección de equipos y de la programación del Datalogger.

La instalación de equipos será por parte de soldadores calificados que deberán instalar el flujómetro para que posteriormente los técnicos en instrumentación se encarguen de cableado e instalación de sensores de nivel

Finalmente el Ingeniero en instrumentación deberá estar presente para que la DGA apruebe la instalación realizada.

Tabla 2-1. Planificación del servicio.

Días	1	2	3	4	5	6
Visita a zona	X					
Verificación de caudal		X				
Selección de sistema a instalar		X				
Selección de equipos			X			
Programación			X			
Instalación de equipos				X	X	
verificación de la DGA						X

Fuente. Elaboración propia.

CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN ECONÓMICA

3 **EVALUACIÓN ECONÓMICA**

En este capítulo se realizará la evaluación económica del servicio, donde se analizara los factores importantes que intervienen en el desarrollo de éste, para poder ver su factibilidad de poder ejecutarse.

3.1 **Costos de materiales**

En la tabla 3-1 se podrá observar el listado de materiales físicos que se requerirán para realizar este servicio.

Tabla 3-1.Resumen de materiales para servicio.

	DESCRIPCIÓN	Qty	VALOR	TOTAL	TOTAL UF
1	FLUJÓMETRO MAG 5100W DN 100	1	\$755.020	\$755.020	21,5
2	KIT MONTAJE REMOTO	1	\$130.070	\$130.070	3,7
3	CABLE APANTALLADO 3G 1,5	20	\$1.722	\$34.440	1,0
4	TRANSMISOR MAG 5000 220V	1	\$1.028.204	\$1.028.204	29,3
5	TRANSMISOR LH100, RANGO 0-10MH20	1	\$443.473	\$443.473	12,6
6	GABINETE ELÉCTRICO 50X40X20	1	\$67.850	\$67.850	1,9
7	RIEL DIN 1MT	1	\$1.990	\$1.990	0,1
8	CABLE ELÉCTRICO ROJO 1,5MM ROLLO 100MT	1	\$29.990	\$29.990	0,9
9	CABLE ELÉTRICO NEGRO 1.5MM ROLLO 100MT	1	\$29.990	\$29.990	0,9
10	CABLE ELÉCTRICO VERDE 1,5MM ROLLO 100MT	1	\$29.990	\$29.990	0,9
11	PLC LOGO V8! 220VAC	1	\$90.582	\$90.582	2,6
12	MODULO AMPLIACIÓN 2 AI 24VDC	1	\$70.887	\$70.887	2,0
13	FUENTE DE PODER LOGO 220V/24VDC-2,5A	1	\$52.597	\$52.597	1,5
14	CABLE ETHERNET	1	\$2.990	\$2.990	0,1
15	PROGRAMA LOGOSOFT V8.3	1	\$24.679	\$24.679	0,7
16	INTERRUPTOR MAGNETORMICO BIPOLAR 25A	1	\$16.009	\$16.009	0,5
17	BORNERA RIEL DIN	1	\$912	\$912	0,0
18	HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS	1	\$50.000	\$50.000	1,4
			TOTAL	\$2.859.673	\$81,4

Fuente: elaboración propia. Valor UF 10-01-2023. \$35.216

3.2 **Costos de profesionales**

Para realizar la ejecución el servicio se deberá contar con un grupo de profesionales para la realización de la programación, cableado e instalación de los equipos en terreno, es por esto que se necesitaran de los siguientes profesionales.

- 1 Ing. en instrumentación y control industrial

- 2 Tec. en instrumentación y control industrial
- 1 Soldador calificado
- 1 Ayudante de soldador

De esta manera el Ing. en instrumentación se encargará de supervisar toda la obra mientras que los técnicos en instrumentación se encargaran de realizar la programación y cableado de los equipos.

El Soldador será el encargado de ver las tuberías y soldar los flanges para la posterior instalación del flujómetro con el ayudante.

Los sueldos que se considerarán para cada profesional se pueden observar en la tabla 3-2, cabe señalar que el precio se considera por el trabajo de 9am a 6pm, por 6 días que durará la instalación y entrega del servicio, los soldadores solo trabajaran el día de la instalación del flujómetro (1 día).

Tabla 3-2. Costo de Profesionales.

	PROFESIONAL	Qty	VALOR	TOTAL
1	Ing. En Instrumentación y Control	1	\$ 600.000	\$ 600.000
2	Tec. En Instrumentación y Control	2	\$ 300.000	\$ 600.000
3	Soldador Calificado	1	\$ 150.000	\$ 150.000
4	Ayudante Soldador	1	\$ 100.000	\$ 100.000
			TOTAL	\$ 1.450.000

Fuente: Costo de profesionales en Imp. Tec. Vignola Saic. Elaboración propia.

3.3 Costos viáticos

Se considerará además viáticos de alimentación y estadía para los profesionales que serán asignados en la tabla 3-3. Se considerara \$5.000 para el desayuno, \$10.000 para el almuerzo y \$10.000 para la cena, todo esto por persona. Además se considerará \$200.000 para temas de traslado y petróleo.

Tabla 3-3. Costos de Viáticos.

VIATICO	COSTO
DESAYUNO,ALMUERZO Y CENA - 6 DIAS	\$ 750.000
MOVILIZACION - PETROLEO	\$ 200.000
HOSPEDAJE 6 DIAS	\$ 700.000
TOTAL	\$ 1.650.000

Fuente. Elaboración propia.

3.3.1 Servicios adicionales

Los servicios adicionales que se considerarán, será el paquete de datos que se deberán ir enviando a la plataforma de AWS que tendrá un costo de 60 USD mensuales, para él envió datos diarios. El gasto anual seria de 720 USD, considerando el valor del dólar 10-01-2023 de 830 CLP, por cada dólar, tendríamos un costo anual de 595.404 CLP.

Tabla 3-4. Costo de servicio adicional.

	DESCRIPCION	QTY	VALOR	TOTAL
1	PLATAFORMA AWS, PAGO ANUAL	1	\$ 595.404	\$ 595.404
			TOTAL	595.404

Fuente. Elaboración propia con datos de página AWS.

3.3.2 Costos de imprevistos

Los costos de imprevistos son los costos que no esperados, para este servicio se considerara un monto del 5% del costo total del servicio. En la tabla 3-5 se puede observar el detalle de los costos.

Tabla 3-5. Costo de imprevistos.

DESCRIPCIÓN	QTY	VALOR CLP	VALOR UF
MATERIALES PARA SERVICIO	1	\$ 2.859.673	\$ 81
VIATICOS	1	\$ 1.450.000	\$ 41
SERVICIO ADICIONAL	1	\$ 595.404	\$ 17
TOTAL		\$ 4.905.077	\$ 139
COSTOS DE IMPREVISTOS 5%		\$ 245.254	\$ 7
INVERSION TOTAL POR SERVICIO		\$ 5.150.331	\$ 146

Fuente. Valor UF 10-01-2023. \$35.216, Elaboración propia.

El costo total de inversión para realizar 70 servicios en 5 años se mostrará en la tabla 3-6.

Tabla 3-6. Costo total de inversión.

TOTAL DE SERVICIO EN 5 AÑOS	PRECIO POR SERVICIO	TOTAL EN CLP	TOTAL EN UF
70	\$ 5.150.331	\$ 360.523.170	10264

Fuente. Valor UF 10-01-2023. \$35.216, Elaboración propia.

3.3.3 Moneda a utilizar

Para efectos de cálculos económicos se utilizará el peso chileno, los cuales serán convertidos a unidad de fomento (UF), para los cálculos se utilizará el valor UF del día 10-01-2023 que está en un valor de \$35.216.

El servicio de telemetría y monitoreo se ofertará en UF, ya que esta unidad monetaria es la más actualizada diariamente con respecto a la inflación.

3.3.4 Estimación de ingresos y egresos

Los ingresos del proyecto serán obtenidos directamente de la venta del servicio, los cuales serán enfocados en la demanda de los clientes y promoción que se podrá realizar en la página de la empresa Imp. Tec. Vignola Saic.

El primer año será enfocado en poder entrar en el mercado de servicios de automatización, por ende se estima vender a los más 10 servicios de monitoreo y telemetría el primer año, aumentando en 15% el precio venta cada año y la cantidad de servicios vendidos.

Servicio de monitoreo y telemetría con equipamiento Siemens para cumplir normativa 1238 DGA.

- Pronóstico de la demanda : 10 unidades de servicio de monitoreo y telemetría
- Valor del servicio : 12.875.837 CLP - 367 UF (UF del día 10-01-2023. 35.216)

Dentro de los dos primero meses desde la aprobación para comercializar el servicio, serán de ingresos nulos, los valores mencionados se resumirán en la tabla 3-7.

Tabla 3-7. Resumen del primer año de operación y sus ingresos proyectados.

INGRESOS POR CONCEPTOS DE VENTAS	VENTAS DE SERVICIO PROYECTADA EL PRIMER AÑO	CANTIDAD FACTURADA	CANTIDAD FACTURARA EN UF
ENERO	0	\$ -	0
FEBRERO	0	\$ -	0
MARZO	1	\$ 12.875.828	\$ 367
ABRIL	1	\$ 12.875.829	\$ 367
MAYO	1	\$ 12.875.830	\$ 367
JUNIO	1	\$ 12.875.831	\$ 367
JULIO	1	\$ 12.875.832	\$ 367
AGOSTO	1	\$ 12.875.833	\$ 367
SEPTIEMBRE	1	\$ 12.875.834	\$ 367
OCTUBRE	1	\$ 12.875.835	\$ 367
NOVIEMBRE	1	\$ 12.875.836	\$ 367
DICIEMBRE	1	\$ 12.875.837	\$ 367
	TOTAL	\$ 128.758.325	\$ 3.666

Fuente. Valor UF 10-01-2023. \$35.216, Elaboración propia.

Para los periodos restantes de la evaluación está el resumen de la Tabla 3-6, considerando un pronóstico pesimista, tomando en cuenta la experiencia del personal, se pretende construir un posicionamiento que nos permitirá ir creciendo en el tiempo de manera sostenible, con un aumento en las ventas del 15% anual.

Tabla 3-8. Resumen del segundo año al quinto año de operación.

INGRESOS POR CONCEPTOS DE VENTAS	VENTAS DE SERVICIO PROYECTADA EL PRIMER AÑO	CANTIDAD FACTURADA	CANTIDAD FACTURARA EN UF
AÑO 2	12	\$ 177.686.532	5059
AÑO 3	14	\$ 238.396.102	6787
AÑO 4	16	\$ 313.320.592	8920
AÑO 5	18	\$ 405.358.524	11540

Fuente. Valor UF 10-01-2023. \$35.216, Elaboración propia

Los egresos no serán considerados para la implementación de este proyecto en la empresa Imp. Tec. Vignola Saic, ya que al ser una empresa ya constituida y ser un servicio que se realiza en terreno, los gastos de infraestructura y gastos básicos (agua, luz) son mínimos.

Se considerará para el primer año un gasto de agua, luz e internet de 120.000\$ aumentando un 15% cada año.

Los gastos asociados para la implementación del servicio ya están considerados en los viáticos, no se considerara el gasto de arriendo de domicilio ni de vehículos ya que lo anterior ya se encuentra presente por propiedad la empresa.

3.3.5 Depreciación

Los equipos que se utilizarán para poder ejecutar el proyecto, son de comercialización de la empresa Imp. Tec. Vignola Saic, por ende, no estarán expuestos a la depreciación, ya que no se mantendrán únicamente en bodega a la espera de realizar el servicio, si no que estarán disponibles en caso de alguna venta que requiera la empresa.

3.3.6 Financiamiento

La institución bancaria donde se realizaran las simulaciones para los montos de inversión, será el Banco Estado con una tasa de interés anual de 23,4 % por el monto total de inversión de \$360.523.170, se simulará créditos con diferentes porcentajes.

Los porcentajes que se utilizarán para las simulaciones serán del 25%, 50% y 75%, el saldo restante será por inversión de la empresa.

Tabla 3-9.Resumen de créditos y porcentajes de simulación.

%	MONTO DE CREDITO	VALOR CUOTA ANUAL	VALOR CUOTA UF
25	\$ 90.130.793	\$32.421.223,74	923
50	\$ 180.261.585	\$64.842.447,12	1846
75	\$ 270.392.378	\$97.263.670,86	2769

Fuente. Valor UF 10-01-2023. \$35.216, Elaboración propia.

Con respecto a la tabla anterior se obtuvo el siguiente resumen con relación al porcentaje de financiamiento de la inversión del proyecto, ver tabla 3-10, 3-11 y 3-12.

Tabla 3-10. Resumen del crédito y porcentaje de financiamiento 25%.

%	MONTO DE CREDITO	VALOR CUOTA ANUAL	VALOR CUOTA UF
25	\$ 90.130.793	\$ 32.421.224	923

CUOTA	CUOTA A PAGAR	INTERES	AMORTIZACION CLP	AMORTIZACION UF	CAPITAL A DEVOLVER
0					\$90.130.793
1	\$32.421.224	\$21.090.606	\$11.330.618	323	\$78.800.175
2	\$32.421.224	\$18.439.241	\$13.981.983	398	\$64.818.192
3	\$32.421.224	\$15.167.457	\$17.253.767	491	\$47.564.425
4	\$32.421.224	\$11.130.075	\$21.291.148	606	\$26.273.277
5	\$32.421.224	\$6.147.947	\$26.273.277	748	\$0

Fuente: Valor UF 10-01-2023. \$35.216, Elaboración propia.

Tabla 3-11. Resumen del crédito y porcentaje de financiamiento 50%.

%	MONTO DE CREDITO	VALOR CUOTA ANUAL	VALOR CUOTA UF
50	\$ 180.261.585	\$64.842.447	1846

CUOTA	CUOTA A PAGAR	INTERES	AMORTIZACION CLP	AMORTIZACION UF	CAPITAL A DEVOLVER
0					\$180.261.585
1	\$64.842.447	\$42.181.211	\$22.661.236	645	\$157.600.349
2	\$64.842.447	\$36.878.482	\$27.963.966	796	\$129.636.383
3	\$64.842.447	\$30.334.914	\$34.507.533	982	\$95.128.850
4	\$64.842.447	\$22.260.151	\$42.582.296	1212	\$52.546.554
5	\$64.842.447	\$12.295.894	\$52.546.554	1496	\$0

Fuente: Valor UF 10-01-2023. \$35.216, Elaboración propia.

Tabla 3-12. Resumen del crédito y porcentaje de financiamiento 75%.

%	MONTO DE CREDITO	VALOR CUOTA ANUAL	VALOR CUOTA UF
75	\$ 270.392.378	\$97.263.671	2769

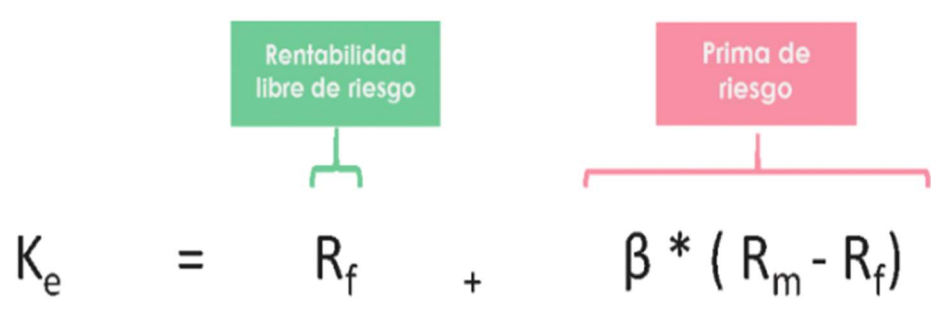
CUOTA	CUOTA A PAGAR	INTERES	AMORTIZACION CLP	AMORTIZACION UF	CAPITAL A DEVOLVER
0					\$270.392.378
1	\$97.263.671	\$63.271.816	\$33.991.854	968	\$236.400.524
2	\$97.263.671	\$55.317.723	\$41.945.948	1194	\$194.454.575
3	\$97.263.671	\$45.502.371	\$51.761.300	1474	\$142.693.275
4	\$97.263.671	\$33.390.226	\$63.873.445	1818	\$78.819.831
5	\$97.263.671	\$18.443.840	\$78.819.831	2244	\$0

Fuente: Valor UF 10-01-2023. \$35.216, Elaboración propia.

3.3.7 Tasa de descuento

La tasa de descuento corresponde a la mínima rentabilidad exigida por el inversionista del proyecto, esta debe calcularse para utilizarse en los flujos de caja.

El factor de riesgo siempre estará presente en la evaluación de proyectos, uno de los objetivos que se desea alcanzar el maximizar el VAN y por consecuencia la TIR, dado por la falta de certeza en las estimaciones futuras de los flujos de caja, se calculará la tasa de descuento bajo el método CAMP. Ver figura 3-1.



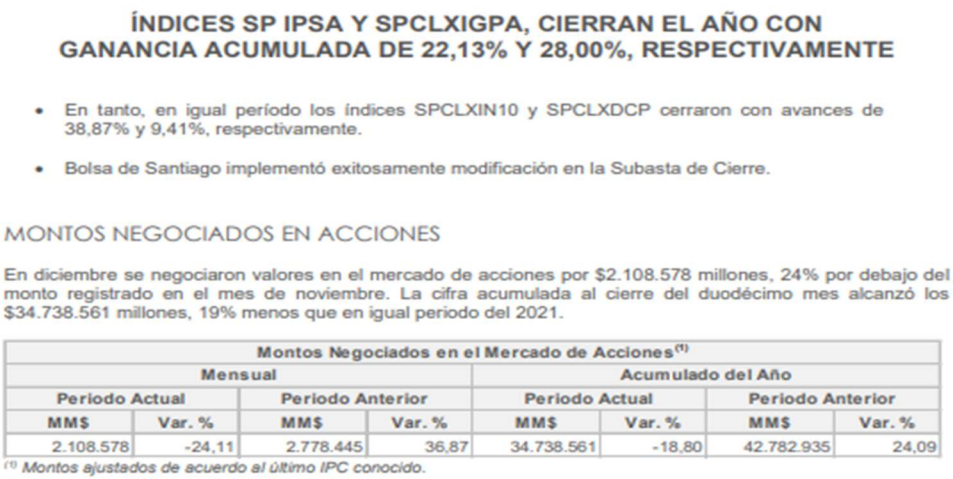
Fuente: <https://finacoteca.com/capm/>

Figura 3-1. Fórmula para cálculo de Tasa de Interés.

De la fórmula obtenemos las siguiente variables.

- K_e : Tasa de descuento
- R_f : Tasa libre de riesgo
- R_m : Tasa medida de retorno
- B : Constante para tipo de negocio

Los datos que se obtuvieron para poder realizar el cálculo de la tasa de descuento fueron para la variable Rm de 22,13 en mes de diciembre 2022 según informe del IPSA.



Fuente: <https://servicioscms.bolsadesantiago.com/Sintesis%20y%20Estadisticas/Sintesis%20y%20Estadistica%20Mensual%20Diciembre%202022.pdf>

Figura 3-2. Informe IPSA 2022.

La tasa de riego (Rf) según informe del Art 118-LGSE, tiene como valor de 1,91 (<https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2022/04/Res-N%C2%B0287-2022-Aprueba-Informe-Tasa-Art.-118-LGSE-VxTx-2024-2027-1.pdf>).

El Beta del mercado corresponde a servicios de telecomunicaciones y su valor correspondiente es de 0,47, se considera el beta no apalancado corregido (https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html).

Ke= Rf + (Rm – Rf) * β

Rf= 1,91

Rm=22,13

B=0,47

Ke=11,41%

Fuente. <https://finacoteca.com/capm/>

Figura 3-3. Calculo de tasa de descuento método CAMP.

3.4 Flujo de caja del proyecto

En este apartado se estudiará el flujo de caja según los créditos simulados y con inversión pura, los cuales se detallaran a continuación.

Flujo de caja sin financiamiento o proyecto puro:

Tabla 3-13. Tabla de flujo sin financiamiento.

		Periodos					
	ITEM	0	1	2	3	4	5
+	Ingresos		3666	5059	6787	8920	11540
-	Egresos		-3,4	-3,9	-4,5	-5,2	-5,9
=	Utilidad		3662,6	5055,1	6782,5	8914,8	11534,1
-	Interés LP						
-	Interés CP						
-	Depreciación						
+	Valor Residual						
-	Perdida de ejercicio anterior						
=	Utilidad antes de impuesto		3662,6	5055,1	6782,5	8914,8	11534,1
-	Impuestos (27%)		-988,9	1364,9	-1831,3	-2407,0	3114,2
=	Utilidad después de impuesto		2674	3690	4951	6508	8420
+	Depreciación						
-	Inversiones	-9750					
+	Valor libro						
-	Costo Imprevistos	-488					
+	Créditos LP						
+	Créditos CP						
-	Amortización LP						
-	Amortización CP						
=	Flujo Neto	-10238	2674	3690	4951	6508	8420
	Flujo Neto Actualizado	-10238	2400	2973	3580	4224	4906
	Flujo Neto Acumulado	-10238	-7838	-4865	-1285	2940	7845
T. descuento	11%						
VNA	18083						
VAN	7845						
TIR %	33%						
PR (años)	3						
Impuesto	27%						

Tabla 3-13. Valor UF 10-01-2023. \$35.216, Elaboración propia.

Flujo de caja con financiamiento del 25%:

Tabla 3-14.Tabla de flujo con financiamiento de 25%.

Valor de la UF 10-01-2023 \$35.216		Periodos					
	ITEM	0	1	2	3	4	5
+	Ingresos		3666	5059	6787	8920	11540
-	Egresos		-3,4	-3,9	-4,5	-5,2	-5,9
=	Utilidad		3662,6	5055,1	6782,5	8914,8	11534,1
-	Interés LP		-600	-525	-432	-317	-175
-	Interés CP						
-	Depreciación						
+	Valor Residual						
-	Perdida de ejercicio anterior						
=	Utilidad antes de impuesto		3062,6	4530,1	6350,5	8597,8	11359,1
-	Impuestos (27%)		-826,9	1223,1	-1715	-2321	-3067
=	Utilidad después de impuesto		2236	3307	4636	6276	8292
+	Depreciación						
-	Inversiones	-9750					
+	Valor libro						
-	Costo Imprevistos	-488					
+	Créditos LP	2566					
+	Créditos CP						
-	Amortización LP		-323	-398	-491	-606	-748
-	Amortización CP						
=	Flujo Neto	-7672	1913	2909	4145	5670	7544
	Flujo Neto Actualizado	-7672	1717	2344	2997	3681	4395
	Flujo Neto Acumulado	-7672	-5955	-3612	-614	3066	7462
T. descuento	11%						
VNA	15134						
VAN	7462						
TIR %	37%						
PR (años)	3						
Impuesto	27%						

Tabla 3-14. Valor UF 10-01-2023. \$35.216, Elaboración propia.

Flujo de caja con financiamiento del 50%:

Tabla 3-15. Tabla de flujo con financiamiento de 50%.

Valor de la UF 10-01-2023 \$35.216		Periodos					
	ITEM	0	1	2	3	4	5
+	Ingresos		3666	5059	6787	8920	11540
-	Egresos		-3,4	-3,9	-4,5	-5,2	-5,9
=	Utilidad		3662,6	5055,1	6782,5	8914,8	11534,1
-	Interés LP		-1201	-1050	-864	-634	-350
-	Interés CP						
-	Depreciación						
+	Valor Residual						
-	Perdida de ejercicio anterior						
=	Utilidad antes de impuesto		2461,6	4005,1	5918,5	8280,8	11184,1
-	Impuestos (27%)		-664,63	-1081,4	-1598	-2236	-3020
=	Utilidad después de impuesto		1797	2924	4321	6045	8164
+	Depreciación						
-	Inversiones	-9750					
+	Valor libro						
-	Costo Imprevistos	-488					
+	Créditos LP	5132					
+	Créditos CP						
-	Amortización LP		-654	-796	-982	-1212	-1496
-	Amortización CP						
=	Flujo Neto	-5106	1143	2128	3339	4833	6668
	Flujo Neto Actualizado	-5106	1026	1714	2414	3137	3885
	Flujo Neto Acumulado	-5106	-4080	-2366	48	3185	7070
T. descuento	11%						
VNA	12176						
VAN	7070						
TIR %	44%						
PR (años)	3						
Impuesto	27%						

Tabla 3-15. Valor UF 10-01-2023. \$35.216, Elaboración propia.

Flujo de caja con financiamiento del 75%:

Tabla 3-16.Tabla de flujo con financiamiento de 75%.

Valor de la UF 10-01-2023 \$35.216		Periodos					
	ITEM	0	1	2	3	4	5
+	Ingresos		3666	5059	6787	8920	11540
-	Egresos		-3,4	-3,9	-4,5	-5,2	-5,9
=	Utilidad		3662,6	5055,1	6782,5	8914,8	11534,1
-	Interés LP		-1801	-1575	-1295	-951	-525
-	Interés CP						
-	Depreciación						
+	Valor Residual						
-	Perdida de ejercicio anterior						
=	Utilidad antes de impuesto		1861,6	3480,1	5487,5	7963,8	11009,1
-	Impuestos (27%)		-502,63	-939,63	-1482	-2150	-2972
=	Utilidad después de impuesto		1359	2540	4006	5814	8037
+	Depreciación						
-	Inversiones	-9750					
+	Valor libro						
-	Costo Imprevistos	-488					
+	Créditos LP	7698					
+	Créditos CP						
-	Amortización LP		-968	-1194	-1474	-1818	-2244
-	Amortización CP						
=	Flujo Neto	-2540	391	1346	2532	3996	5793
	Flujo Neto Actualizado	-2540	351	1085	1831	2593	3375
	Flujo Neto Acumulado	-2540	-2189	-1104	727	3320	6695
T. descuento	11%						
VNA	9235						
VAN	6695						
TIR %	60%						
PR (años)	3						
Impuesto	27%						

Tabla 3-16. Valor UF 10-01-2023. \$35.216, Elaboración propia.

A continuación se mostrará el resumen de los resultados obtenidos en el análisis del flujo de caja en los cuales se detallará el VAN, TIR, PR y IVAN. (Tabla 3-17 y 3-18)

Tabla 3-17. Resumen de indicadores de rendimiento de proyecto.

Financiamiento	VAN (UF)	TIR (%)	PR(AÑOS)
PURO	7845	33%	3
25%	7462	37%	3
50%	7070	44%	3
75%	6695	60%	3

Tabla 3-17. Valor UF 10-01-2023. \$35.216, Elaboración propia.

Para poder determinar cuál de las cuatro opciones de inversión es la mejor, se calculará el IVAN con el resultado VAN obtenido anteriormente.

Tabla 3-18. Resumen de los indicadores de rendimiento del proyecto VAN e IVAN.

Financiamiento	Inversión	Inversión (UF)	VAN (UF)	IVAN
PURO	\$ 343.356.000	9750	8340	0,86
25%	\$ 90.130.793	2566	7925	3,09
50%	\$ 180.261.585	5132	7503	1,46
75%	\$ 270.392.378	7698	7096	0,92

Tabla 3-18. Valor UF 10-01-2023. \$35.216, Elaboración propia.

Para este proyecto se ha determinado que la mejor opción de inversión es del flujo de caja con un 75% de financiamiento, esta opción entrega mayor rentabilidad y recuperación con respecto a las otras opciones, de igual forma esta opción tiene menor VAN que las otras opciones pero no deja de ser más rentable.

3.5 Sensibilización

Se verificará la sensibilización de las variables de ingresos en relación con el VAN obtenido con las variaciones.

Para el caso de la sensibilidad en relación con los ingresos, estas se evaluaron de manera decreciente, con los siguientes porcentajes desde el -50% hasta el 50%, los cuales están relacionados con las bajas en ventas de servicio con relación al flujo de caja con financiamiento del 75%, que fue elegida como mejor alternativa de inversión.

Tabla 3-19. Resumen valor de servicio.

	CLP	UF
valor de servicio	\$ 12.875.833	\$ 367

Tabla 3-19. Valor UF 10-01-2023. \$35.216, Elaboración propia.

Tabla 3-20. Variación de ingresos de los años desde 1 al 5 en [UF].

%	1	2	3	4	5
-50%	1.833	2.530	3.394	4.460	5.770
-40%	2.200	3.035	4.072	5.352	6.924
-30%	2.566	3.541	4.751	6.244	8.078
-20%	2.933	4.047	5.430	7.136	9.232
-10%	3.299	4.553	6.108	8.028	10.386
0%	3.666	5.059	6.787	8.920	11.540
10%	4.033	5.565	7.466	9.812	12.694
20%	4.839	6.071	8.144	10.704	13.848
30%	6.291	6.577	8.823	11.596	15.002
40%	8.807	7.083	9.502	12.488	16.156
50%	13.211	7.589	10.181	13.380	17.310

Tabla 3-20. Valor UF 10-01-2023. \$35.216, Elaboración propia.

Con la variación de ingresos de forma decreciente y creciente se obtiene la tabla 3-21, donde se puede apreciar que si los ingresos bajan menos de un 30% el VAN se verá reflejado de forma negativa, perdiendo la vialidad del proyecto.

Tabla 3-21. Resultados de variación del VAN.

%	Valor en [UF] del VAN	TIR %	PR [años]
-50%	-2352	-12	11
-40%	-543	7	6
-30%	1267	22	5
-20%	3076	36	4
-10%	4885	48	3
0%	7096	60	3
10%	8504	72	3
20%	10602	88	2
30%	13123	112	2
40%	16341	157	1
50%	20796	251	1

Tabla 3-19. Valor UF 10-01-2023. \$35.216, Elaboración propia.

A continuación se muestra la gráfica representativa de la variación que tendría el VAN con respecto al porcentaje de aumento y descuento de los ingresos.

Grafico 3-1. Variación en % del VAN

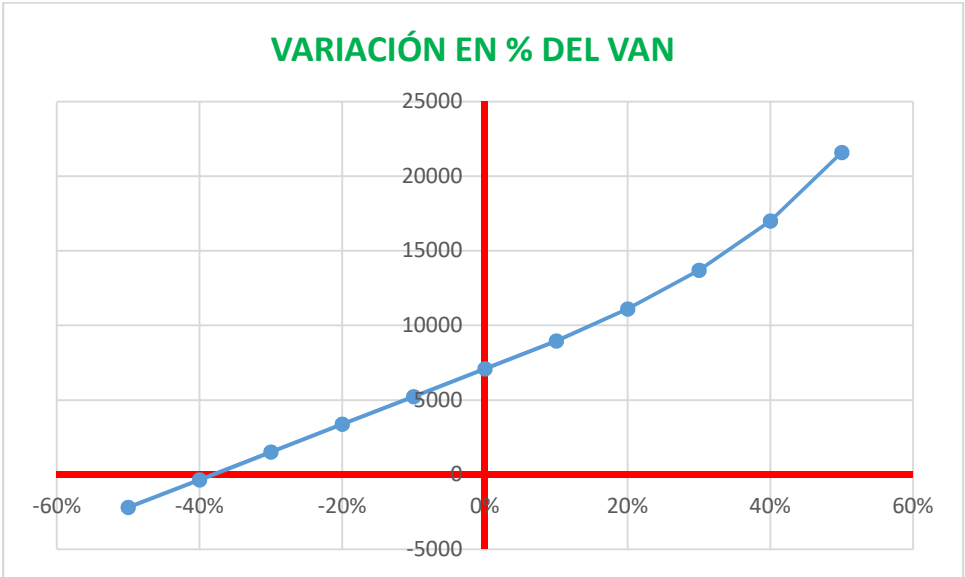


Grafico 3-1. Elaboración propia.

3.6 Resumen de sensibilidad

Del análisis de sensibilidad realizado sobre la disminución de los ingresos, se puede determinar que la variación del VAN con respecto a la variación de los ingresos por venta e implementación del servicio, se vería afectado cuando estos disminuyan por sobre el 30%, ya que esto afectaría directamente a la sostenibilidad del proyecto haciéndolo no viable.

CONCLUSIONES

En este estudio fue posible evaluar la prefactibilidad, para implementar en una empresa de ventas de equipos industriales, un nuevo servicio que consiste en el monitoreo y telemetría para cumplir con la normativa 1238 DGA.

Esta normativa permite tener un mayor control de las extracciones de agua en lugares que se encuentran con escasas hídrica, por lo tanto el implementar este tipo de servicios mostrara aún más a la empresa, generando más ganancia y estatus para los clientes.

La selección de equipos se realizó con la marca Siemens, donde la empresa Vignola es representante, los equipos Siemens demostraron estar al nivel y cumplir con todos los requisitos estipulados por la normativa, no teniendo problemas en su instalación y transmisión de datos.

El presentar el proyecto en una empresa ya con trayectoria ayudará a la masificación del proyecto, ya que a futuro no solo se podrá presentar el servicio para cumplir con la normativa 1238 DGA, sino que también para cumplir con requerimientos que pueda tener la industria, ya que cabe señalar que aunque no sea un mercado latente el cumplir con esta normativa, es un hecho que se debe cumplir para no arriesgar multas.

La evaluación económica resulta rentablemente positiva en todos los casos evaluados. Se recomienda ejecutar este proyecto con el financiamiento del 75% como inversión inicial, considerando que este proyecto se realiza en una empresa que ya está constituida y posee mucho movimiento de caja, por lo tanto se requieren ventas para ir amortizando todos los gastos.

Dentro de las consideraciones que se deben tener en esta evaluación es que las ventas por servicio se deben mantener según lo estudiado y no bajar más allá de un 30%, ya que el proyecto depende netamente de las ventas de servicio y la reducción de las ventas implicaría que dejara de ser atractivo, generando pérdidas.

BIBLIOGRAFÍA

- Resolución DGA 1238 – MOP.
21 Junio 2019

WEBGRAFÍA

https://dga.mop.gob.cl/controlExtracciones/Documents/res_1238_mee_nacional.pdf

<https://finacoteca.com/capm/>

https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html

<https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2022/04/Res-N%C2%B0287-2022-Aprueba-Informe-Tasa-Art.-118-LGSE-VxTx-2024-2027-1.pdf>

<https://servicioscms.bolsadesantiago.com/Sintesis%20y%20Estadisticas/Sintesis%20y%20Estadistica%20Mensual%20Diciembre%202022.pdf>

<https://aws.amazon.com>

<https://docs.rs-online.com/3214/A700000007243632.pdf>

https://cache.industry.siemens.com/dl/files/673/45345673/att_81585/v1/MAG5100_OI_Es_es-ES.pdf

https://cache.industry.siemens.com/dl/files/673/45345673/att_81585/v1/MAG5100_OI_Es_es-ES.pdf

<https://support.industry.siemens.com/cs/document/109745616/cat%C3%A1logo-fi-01-%C2%B7-2021-productos-para-la-instrumentaci%C3%B3n-de-procesos?dti=0&lc=es-CL>

ANEXOS Y COTIZACIONES

Pasos de instalación

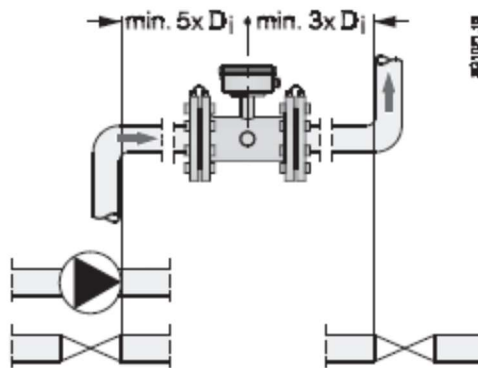
Instalación de Flujómetro

La instalación del flujómetro consta de dos partes, la primera parte será el tubo sensor (Mag 5100W) que irá instalado entre las cañerías que salen de la bomba de agua y la segunda será la instalación del transmisor (Mag 5000).

Instalación sensor Mag 5100W

Antes de instalar el sensor se debe verificar lo siguiente:

- El sensor debe estar en una posición que le permita tener siempre tubería llena.
- El sensor debe tener longitudes rectas de 5 veces el diámetro del sensor a la entrada y 3 veces el diámetro del sensor a la salida.
- El sensor se puede instalar vertical u horizontal respetando el primer punto, en caso que se instale vertical el caudal debe ir de forma ascendente y nunca descendente.



Fuente: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/673/45345673/att_81585/v1/MAG5100_OI_Es-es-ES.pdf

Figura A. Instalación Mag 5100w

El sensor se puede instalar en tuberías de acero o plástico sin necesidad de utilizar anillos puesta a tierra, ya que este posee sus anillos incorporados en el flange.

Al instalar se deberá tener en la tubería el contra flange del diámetro del sensor en norma Din 3501 y los pernos para los flanges PN16, estos pueden ser desde 4 pernos hasta 20 pernos dependiendo del diámetro del sensor.

Instalación Transmisor Mag 5000

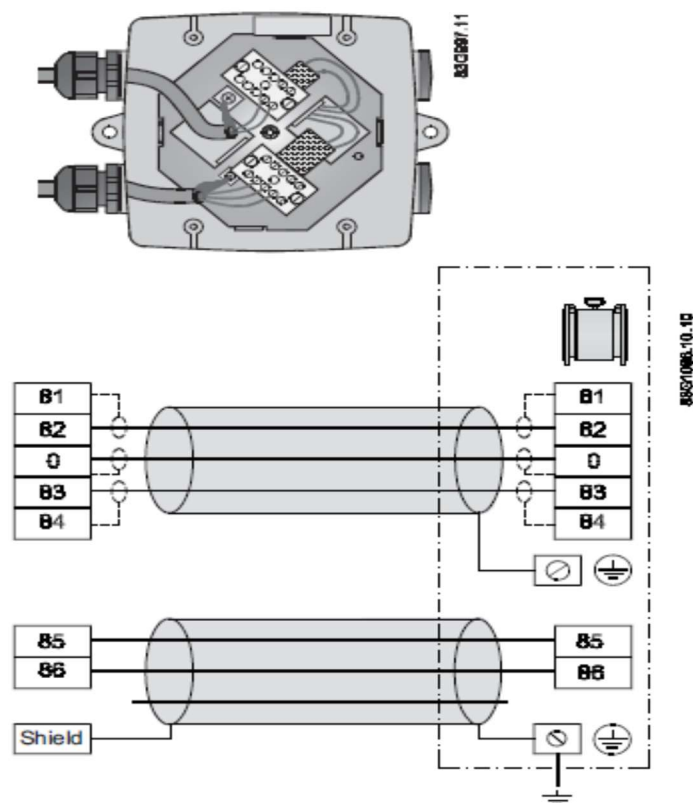
Con el sensor ya montado en la tubería se procede con la parte número dos que es instalar el transmisor.

Se procederá retirar la tapa de la caja de terminales que viene con 2 tornillos en el sensor Mag 5100W, donde se encontrarán dos bloques de conexiones, uno es el bloque de conexión de las bobinas y el otro bloque de electrodos.

En caso que la instalación sea compacta solo se debe conectar los cables del sensor que vienen identificados (85-86 y B2-B3) en la tarjeta de alimentación del transmisor.

Los números 85-86 corresponden a la conexión de los electrodos y B2-B3 corresponden a la bobina del sensor.

Si la conexión es remota debido a que el gabinete o la fuente de alimentación está lejos, se debe usar el kit de montaje remoto, este kit es como la caja de terminales del Mag 5100w donde se encontrará el bloque de conexión, vienen 2 bloques para conectar los cables de electrodo y los cables de bobina, una vez conectados los cables al bloque de conexión, se conecta el cable de instrumentación OLFLEX 3G 1,5MM APANTALLADO a la salida de cada bloque, se debe usar un cable en cada bloque para evitar campos magnéticos que puedan interferir en la señal provocando una señal errónea. De igual forma que la instalación compacta se deben guiar por la nomenclatura de cada cable para poder conectarlo al transmisor, que también está indicado en la tarjeta de conexiones.



Fuente: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/673/45345673/att_81585/v1/MAG5100_OI_Es_es-ES.pdf

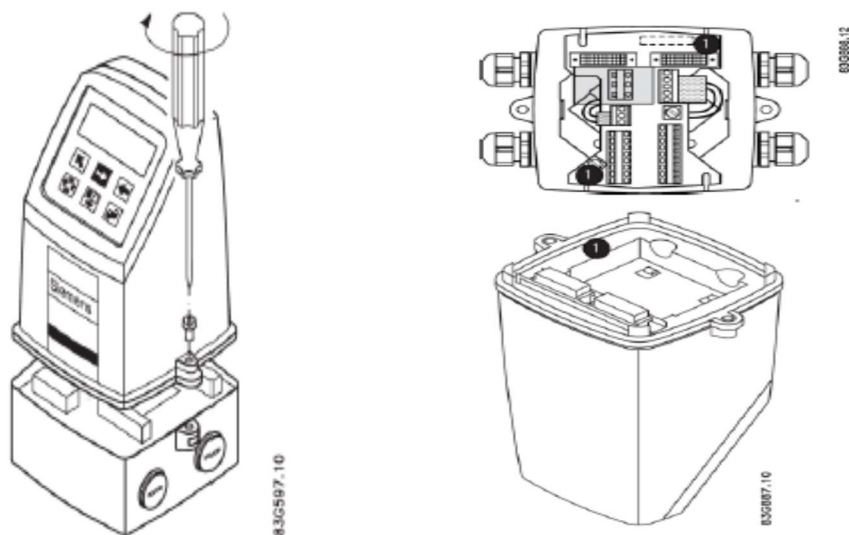
Figura B. Conexionado de Flujómetro a Transmisor montaje remoto

Con las bobinas y electrodos conectados en el bloque de conexión se procede a retirar la Sensorprom que viene en el sensor Mag 5100w y se reubica en el kit de montaje remoto. Para luego cerrar la caja de terminales del sensor.

Posterior a esto se instala el kit de montaje remoto en el lugar adecuado, luego se coloca la placa del transmisor para conectar los cables de bobina y electrodo del sensor.

Cableado todo se procede a conectar la alimentación de 220V a la placa del transmisor y conectar los cables para la salida 4-20mA que serán los pines 31-32, esta salida es activa, ya que se alimenta desde transmisor, no requiere una fuente externa.

Finalmente se montará el transmisor en el kit de montaje remoto haciendo que las placa de conexiones haga contacto con el transmisor, la placa y el transmisor posee un bloque de conexionado por lo tanto tiene solo una forma de montaje.



Fuente: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/673/45345673/att_81585/v1/MAG5100_OI_Es_es-ES.pdf

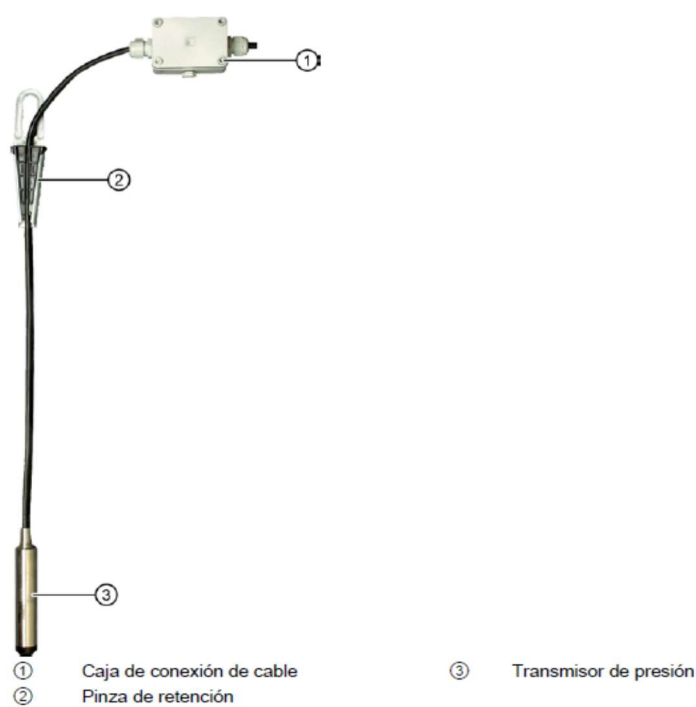
Figura C. Montaje de transmisor en kit montaje remoto

Una vez montado y energizado se hacen las pruebas de funcionamiento y se debe verificar que no tenga ninguna alarma de falla en el transmisor.

Instalación sensor Hidrostático

Para el montaje del Sensor Hidrostático LH100 debe considerar la profundidad del pozo para poder sumergir hasta el fondo el sensor y que nos alcance el cable, en caso de tener fluidos turbulentos se debe fijar el sensor a un tubo guía o un peso adicional, para así evitar errores de medición.

Con el sensor fijo en la profundidad se deberá usar las pinzas de retención (opcional) para dejar el cable por encima del pozo.

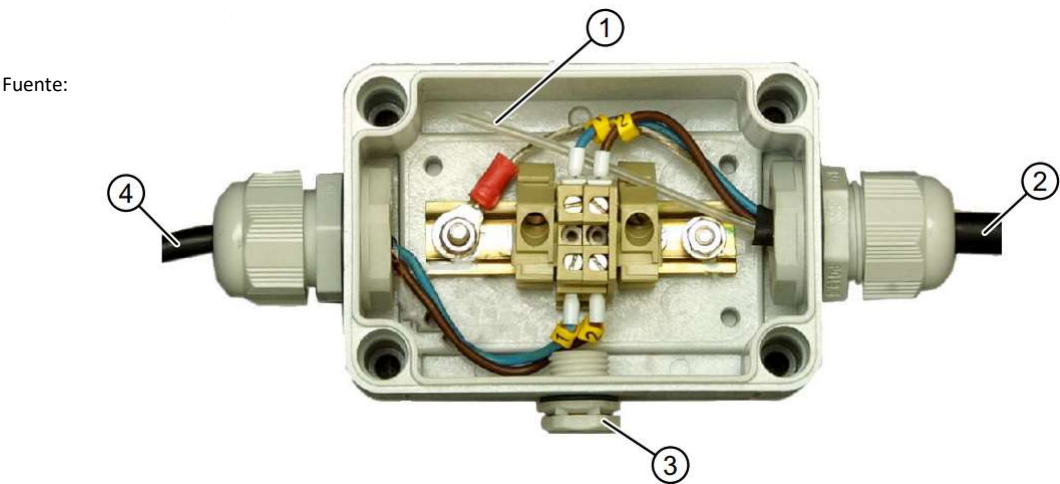


Fuente: <https://docs.rs-online.com/3214/A700000007243632.pdf>

Figura D. Instalación punto de Medicion

Con el sensor posicionado y fijo en el pozo, se conectará los cables a la caja de conexión para luego ubicarlo en el lugar que este acuerdo a la protección IP 68 de la caja o cerca del punto de medición.

Para garantizar un funcionamiento idóneo, observe que los orificios de entrada ubicados en la cubierta de protección del transmisor de presión no acumulen suciedad y el medio a medir no se congele.



<https://docs.rs-online.com/3214/A700000007243632.pdf>

Figura E. Caja de conexonado

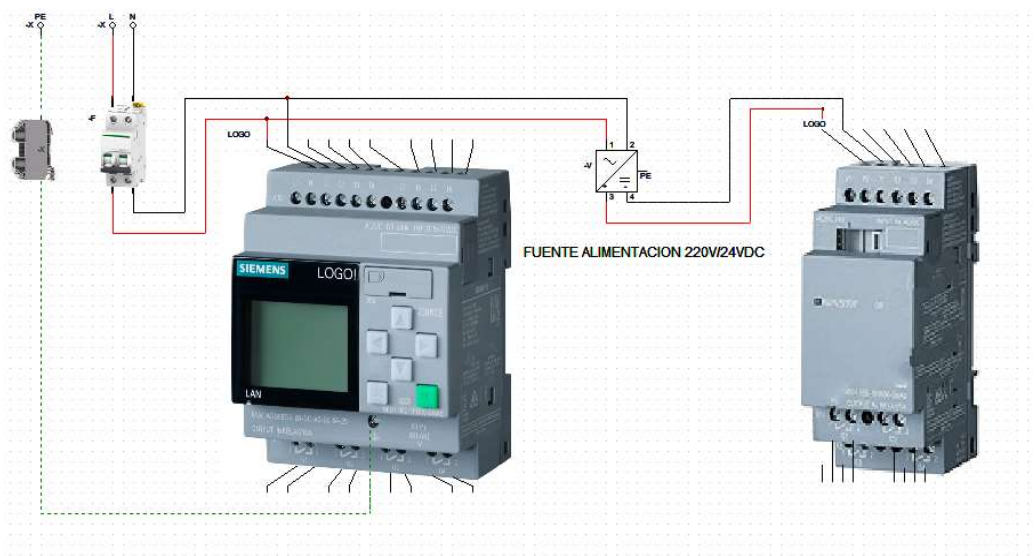


Imagen 11: Conexionado de LOGO V8, Fuente de PODER, MODULO AM2. CAD SIMU

Figura G. Diagrama de cableado Logo v8

Una vez que se tienen los equipos conectados se procederá a conectar los instrumentos de medición, para esto se montara la fuente de poder de 24 vdc. La fuente de poder permitirá crear el lazo de corriente entre los instrumentos y el PLC.

Para conectar el sensor hidrostático al PLC se deberá empezar conectando el cable positivo (+) del sensor hidrostático al positivo de la fuente de 24vdc (+), luego el cable negativo (-) del sensor hidrostático a la entrada I1 del módulo AM2, para cerrar el lazo se debe conectar el negativo (-) de la fuente de poder a la entrada M del módulo AM2.

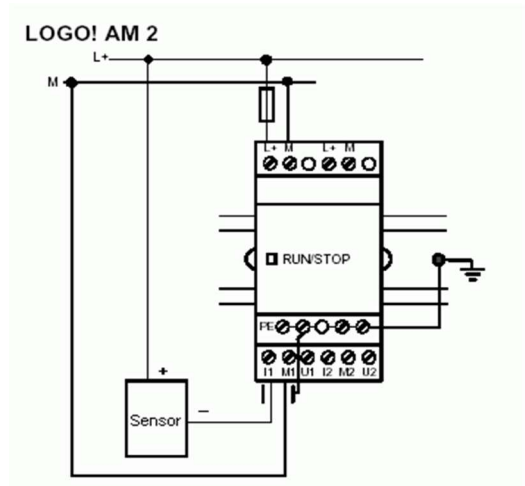


Imagen 12: Conexionado de Instrumento análogo a Modulo AM2. Manual MODULO AM2

Figura H. Diagrama de cableado Logo v8, módulo AM2

El conexionado del flujometro se debe hacer desde el transmisor Mag 5000, se deberá ubicar los pines 31 y 32 y conectar directamente en el módulo de ampliación respetando su polaridad, positivo (+) y negativo (-).

Para usar la salida analógica del Mag 5000 no se debe usar una fuente de 24vdc para realizar el lazo de control, esto es debido a que la salida analógica que posee este equipo es de carácter activo, esto quiere decir que su salida ya está siendo alimentada directamente desde la fuente del equipo.

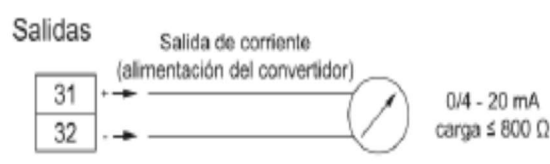


Imagen 13: Pines de conexión salida analógica Mag 5000. Manual Mag 5000 Siemens

Figura I. Diagrama de cableado salida analógica Mag 5000

La salida de corriente nos permitirá leer el flujo instantáneo y para poder leer el totalizado usaremos la salida de pulsos del Mag 5000, para realizar el conexionado se deberá buscar en el transmisor Mag 5000 los pines 56,57 y 58. Los 3 pines se usaran siempre y cuando se use una alimentación externa, si se usa la alimentación del transmisor solo se usara los poner 57 y 58.

Se deberá usar una resistencia de excitación de 1- 10 k ohm, eventualmente esta resistencia es necesaria según el cable o la resistencia de entrada.

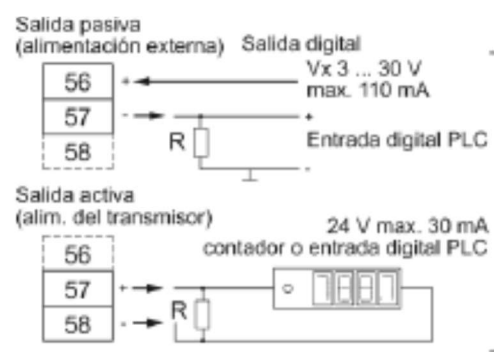


Imagen 14: Pines de conexión salida digital (pulsos) Mag 5000. Manual Mag 5000 Siemens

Figura J. Diagrama de cableado salida digital Mag 5000

Cotización

Proyectos y Componentes de Ingeniería Industrial

Oleohidráulica, Neumática, Componentes Electricos, Equipos de Vacío y Presión, Ensayos No Destructivos, Instrumentación y Control de Procesos Industriales.

AUTOMATIZACION

VIGNOLA

INDUSTRIAL

Fino Hidráulica

Druckluft

VICKERS

NORHREN

OPI

MAGNARLUX

VALBIA

SAJAM

E.T.N

atos

DRESSER

BOURDON HARNW

COTIZACION N° 302492

Fecha: 02/02/2023

Núm. Operación :

Sucursal :

Cliente:

Rut: 123.456-0

Dirección:

Ciudad:

Contacto: SANSANO

Fono:

Fax:

E-mail:

válida Hasta: 02/03/2023

Forma de pago: PAGO CONTADO

#	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	FLUJOMETRO MAG 5100W DN 100	1	755.020	\$ 755.020
	TRANSMISOR MAG 5000 220VAC	1	1.028.204	\$ 1.028.204
	KIT MONTAJE REMOTO PARA MAG 5000	1	130.070	\$ 130.070
	TRANSMISOR HIDROSTATICO LH100 RANGO 0-10MH20	1	443.073	\$ 443.073
	CABLE APANTALLADO 3G 1,5MM	20	1.722	\$ 34.440
	LOGO! V8 220 VAC	1	90.582	\$ 90.582
	FUENTE DE PODER LOGO! 220VAC- 24 VDC 2,5A	1	52.597	\$ 52.597
	MODULO DE AMPLIACION LOGO! AM2 2AI	1	70.887	\$ 70.887
	LOGOSOFT V8,3	1	24.679	\$ 24.679
	GABINETE ELECTRICO 50X40X20	1	67.850	\$ 67.850
	RIEL DIN 1MT	1	1.990	\$ 1.990
	CABLE ELECTRICO ROJO 1,5MM ROLLO 100MT	1	29.990	\$ 29.990
	CABLE ELECTRICO NEGRO 1,5MM ROLLO 100MT	1	29.990	\$ 29.990
	CABLE ELECTRICO VERDE 1,5MM ROLLO 100MT	1	29.990	\$ 29.990
	CABLE ETHERNET	1	2.990	\$ 2.990
	INTERRUPTOR MAGNETORMICO BIPOLAR 25A	1	16.009	\$ 16.009
	BORNERA RIEL DIN	1	912	\$ 912
	KIT DE HERRAMIENTAS ELECTRICAS	1	50.000	\$ 50.000

Importadora Técnica Vignola S.A. Rut:93.075.000-K.

Observación:

PLAZO DE ENTREGA 3 DIAS HABILES

Neto	\$ 2.859.273
Impuesto	\$ 543.262
Total	\$ 3.402.535

Fuente: cotización de Imp. Tec. Vignola Saic

Figura k: cotización Vignola

Créditos Personales

Crédito de Consumo

MONTO DEL Préstamo en (\$)	24 meses				36 meses			
	Tasa Mínima		Tasa Máxima		Tasa Mínima		Tasa Máxima	
	ANUAL	MENSUAL	ANUAL	MENSUAL	ANUAL	MENSUAL	ANUAL	MENSUAL
500.000	23,40%	1,95%	35,88%	2,99%	18,60%	1,55%	35,88%	2,99%
1.000.000	22,44%	1,87%	35,88%	2,99%	15,12%	1,26%	35,88%	2,99%
3.000.000	20,64%	1,72%	31,08%	2,59%	15,12%	1,26%	31,08%	2,59%
*Menor a UF 50	22,44%	1,87%	35,88%	2,99%	15,12%	1,26%	35,88%	2,99%
*Entre UF50 y UF200	20,28%	1,69%	31,08%	2,59%	15,12%	1,26%	31,08%	2,59%
*Más de UF 200	17,40%	1,45%	26,28%	2,19%	13,20%	1,10%	26,28%	2,19%
*Se muestra equivalencia en UF para efectos de comparación con la Tasa Máxima Convencional vigente. Para optar a tasas preferenciales informarse sobre condiciones. Otorgamiento de créditos sujetos a evaluación crediticia.								
Tasa Máxima Convencional vigente (hasta UF 50) : Anual : 42,70% Mensual : 3,5583% Tasa Máxima Convencional vigente (mayor a UF 50 hasta UF 200) : Anual : 35,70% Mensual : 2,9750% Tasa Máxima Convencional vigente (mayor a UF 200 hasta UF 5.000) : Anual : 32,55% Mensual : 2,7125%								
1. La tasa mensual efectiva es la tasa de interés nominal que efectivamente se cobra por el crédito. 2. Los impuestos y gastos notariales no se consideran para el cálculo de la tasa mensual efectiva. 3. Para obtener un crédito de consumo no es necesario tomar seguros ni contratar otros servicios.								

Fuente: <https://www.bancoestado.cl/bancoestado/inteditorformularios/genera.asp?datos=108>

Figura M: Tabla de intereses Banco Estado