

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y
ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN
ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y
CONTROL**

**PROYECTO DE GRADO PARA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERÍA**

**DISEÑO Y ACTUALIZACIÓN DEL
SOFTWARE DEL SISTEMA DE MONITOREO
SCADA LOCAL DE POZOS PETROLEROS
PARA LA GENERACIÓN DE UNA BASE DE
DATOS Y EL ENLACE CON UN SISTEMA DE
MONITOREO REMOTO**

JUAN CARLOS RIVERA GONZÁLEZ

SANGOLQUÍ – ECUADOR

2012

Declaración de Responsabilidad

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y
CONTROL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

RIVERA GONZÁLEZ JUAN CARLOS

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado “DISEÑO Y ACTUALIZACIÓN DEL SOFTWARE DEL SISTEMA DE MONITOREO SCADA LOCAL DE POZOS PETROLEROS PARA LA GENERACIÓN DE UNA BASE DE DATOS Y EL ENLACE CON UN SISTEMA DE MONITOREO REMOTO”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie, de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Sangolquí, 17 de Abril del 2012

Rivera González Juan Carlos

Autorización de publicación

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

AUTORIZACIÓN

Yo, Rivera González Juan Carlos.

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo “DISEÑO Y ACTUALIZACIÓN DEL SOFTWARE DEL SISTEMA DE MONITOREO SCADA LOCAL DE POZOS PETROLEROS PARA LA GENERACIÓN DE UNA BASE DE DATOS Y EL ENLACE CON UN SISTEMA DE MONITOREO REMOTO”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría

Sangolquí, 17 de Abril del 2012

Rivera González Juan Carlos

Certificado de tutoría

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

CERTIFICADO

Ing. Edgar Tipán
Ing. Diego Morillo

CERTIFICAN

Que el trabajo titulado “DISEÑO Y ACTUALIZACIÓN DEL SOFTWARE DEL SISTEMA DE MONITOREO SCADA LOCAL DE POZOS PETROLEROS PARA LA GENERACIÓN DE UNA BASE DE DATOS Y EL ENLACE CON UN SISTEMA DE MONITOREO REMOTO”, realizado por Juan Carlos Rivera González, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a que se trata de un trabajo de investigación recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de un documento empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf). Autorizan a Juan Carlos Rivera González que lo entregue al Ingeniero Víctor Proaño, en su calidad de Coordinador de la Carrera.

Sangolquí, 17 de Abril del 2012

Ing. Edgar Tipán

DIRECTOR

Ing. Diego Morillo

CODIRECTOR

RESUMEN

El presente proyecto trata sobre la actualización y diseño de un sistema de monitoreo SCADA de pozos de petróleo desarrollada en el software InTouch 10.1.

Configurada la Interfaz Humano Máquina en dicho software se procede a realizar la base de datos de los tags del HMI, se utiliza el software Wonderware Historian junto con SQL Server 2008 para la creación de la base de datos respectiva.

Para la comunicación con los equipos de campo y el SCADA se utiliza los DAServer propios de Wonderware, los mismos que permiten una comunicación rápida y eficiente, siendo la mejor elección para una aplicación industrial como esta.

Creada la base de datos y obteniendo los datos de operación en tiempo real, se procede a realizar la exportación de dicha información hacia un sistema de monitoreo remoto conocido como WellLink Vision a través del software RPI, el mismo que cumple con la función de enviar el valor de los tags a una dirección IP fija que pertenece al sistema de monitoreo remoto.

Con la información en el sistema de monitoreo remoto se puede realizar la optimización y mejora en el rendimiento de cada uno de los equipos electrosumergibles.

De esta manera se cumple con el objetivo de tener un control de los equipos desde cualquier parte del mundo a través de un sistema de monitoreo remoto.

DEDICATORIA

A mi madre, por todas sus noches de cuidado y cariño, mi mejor compañera durante mi carrera de estudios.

A mis hermanos, Jessica, Santiago, Luis, Gabriel y Diego por brindarme su confianza y por creer en mí en todo momento.

A mi tío Nelson, que a pesar de la distancia, con su ejemplo me demuestra que el esfuerzo y la dedicación son los pilares fundamentales para el éxito.

AGRADECIMIENTO

A mis padres, por darme una excelente formación personal y académica.

A Edgar Tipán y Diego Morillo, mi director y codirector de tesis respectivamente, por compartir sus conocimientos y orientación para que este proyecto llegue a su final con los objetivos cumplidos.

A Baker Hughes, los ingenieros Franklin Curay y Freddy Carrillo por su desinteresada ayuda y permitirme que culmine mi formación universitaria mediante este proyecto en tan prestigiosa empresa.

Y en general agradezco a todas aquellas personas que, a lo largo de mi vida aunque sea por un segmento de tiempo, han sido la causa de pequeñas porciones de este trabajo y de la sustancia de mi vida misma.

A todos mil gracias.

PRÓLOGO

Los sistemas de supervisión, control, y adquisición de datos SCADA son en la mayoría parte de los ambientes industriales más importantes como lo la industria del petróleo.

En sus inicios estos sistemas aparecieron por la necesidad del control de una planta en campo. Con el tiempo estas necesidades se expandieron para ser parte integral de la estructura de gerenciamiento de la información corporativa.

Es así que se genera la idea de este proyecto, para llevar un sistema de monitoreo local de pozos de petróleo a un sistema de monitoreo remoto que permite tanto a operadores, técnicos, supervisores y hasta llegar a niveles gerenciales tener acceso a dicha información.

Adicional, este sistema permite el trabajo en conjunto con un departamento de Ingeniería que desarrolla la optimización de cada uno de los equipos para mayor eficiencia y productividad.

De esta manera se cumple con la idea principal de este proyecto, que es el control del sistema de monitoreo de pozos de petróleo desde un sistema remoto con acceso a nivel mundial.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
RESUMEN.....	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
PRÓLOGO.....	5
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	6
GLOSARIO.....	16
CAPÍTULO 1	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	3
1.2.1 Requerimientos del cliente.....	4
1.3 ALCANCE DEL PROYECTO.....	4
1.4 OBJETIVOS	6
1.4.1 General.....	6
1.4.2 Específicos	6
CAPÍTULO 2	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 SISTEMA DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL	7
2.1.1 Levantamiento por bombeo mecánico	8
2.1.2 Levantamiento por gas	11
2.1.3 Levantamiento hidráulico tipo pistón	14
2.1.4 Levantamiento con bombas de cavidad progresiva.....	15
2.1.5 Sistema de bombeo electrosumergible.....	17
2.2 SISTEMA DE MONITOREO WELLLINK VISION	32
CAPÍTULO 3	35
INTERFAZ HUMANO MÁQUINA.....	35
3.1. INTRODUCCIÓN A INTOUCH.....	35
3.1.1. Beneficios	35
3.1.2. Capacidades.....	36
3.2. REQUERIMIENTOS BÁSICOS.....	37
3.3. IDENTIFICACIÓN DE FALENCIAS DE LA HMI EN INTOUCH 8.0	39
3.4. DEFINIR NECESIDADES PARA LA NUEVA HMI.....	39

3.5.	TIPOS DE COMUNICACIÓN	40
3.5.1.	SuiteLink	40
3.5.2.	DAServer.....	40
3.5.3.	ArchestrA.DASABTCP.2	41
3.5.4.	ArchestrA.DASMBSerial.2	44
3.5.5.	ArchestrA.DASABCIP.4.....	48
3.5.6.	ArchestrA.DASMBTCP.2.....	52
3.6.	VARIABLES DEL SISTEMA	56
3.7.	ALARMAS PROGRAMADAS	58
3.7.1.	Alarma de presión de Intake	58
3.7.2.	Alarma de temperatura de motor	58
3.7.3.	Alarma cuando se sale del SCADA	59
3.7.4.	Alarma de inactividad en el SCADA	59
3.8.	ACTUALIZACIÓN DE INTERFAZ HUMANO MÁQUINA EN INTOUCH 10.1	62
3.9.	INICIALIZAR LA APLICACIÓN DEL SCADA.....	72
3.10.	DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS.....	85
CAPÍTULO 4		90
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA BASE DE DATOS.....		90
4.1.	SQL.....	90
4.1.1.	Descripción general.....	90
4.1.2.	Configuración	91
4.1.3.	Adquisición de datos	93
4.1.4.	Almacenamiento de datos.....	94
4.1.5.	Recuperación de datos.....	94
4.2.	WONDERWARE HISTORIAN.....	102
4.2.1.	Descripción general.....	102
4.2.2.	Configuración	104
4.2.3.	Comunicación con SQL.....	113
4.3.	ENLACE SCADA.....	116
4.3.1.	Enlace SCADA local con SCADA remoto.....	116
4.3.2.	Visualización de datos en el sistema XPVision	119
CAPÍTULO 5		129
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		129
5.1.	CONCLUSIONES.....	129

5.2. RECOMENDACIONES.....	131
ANEXOS	132
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	159

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla. 2.1. Parámetros de medición de los sensores Centinel + y Wellift H.....	26
Tabla. 2.2. Ventajas y desventajas de los distintos sistemas de levantamiento artificial	32
Tabla. 2.3. Características de los dos tipos de servicio de monitoreo	33
Tabla. 3.1. Sistemas operativos que soporta Intouch 10.1	40
Tabla. 3.2. Variables utilizadas en el SCADA.....	58
Tabla. 4.1. Tipos de datos en SQL.....	99
Tabla. 4.2. Tipos de Sentencias.....	101
Tabla. 4.3. Operadores matemáticos	102
Tabla. 4.4. Operadores lógicos	102
Tabla. 4.5. Comodines.....	103
Tabla. 4.6. Componentes de la interfaz de monitoreo remoto XPVIsion.....	129

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 1.1. Precios del crudo ecuatoriano correspondiente a diciembre de cada año	1
Figura. 2.1. Sistema típico de bombeo mecánico.....	9
Figura. 2.10. Corte transversal del sello.....	21
Figura. 2.11. Componentes del motor para ESP	22
Figura. 2.12. Corte transversal del motor para ESP	22
Figura. 2.13 Sensor Centinel+	24
Figura. 2.14 Sensor Wellift H	24
Figura. 2.15. Componentes cable de poder	26
Figura. 2.16. Sistema de monitoreo Satelital con ESP Global.....	33
Figura. 2.17. Transmisión de datos desde la ESP hacia el sistema	34
Figura. 2.2. Levantamiento artificial por gas.....	11
Figura. 2.3. Sistema de levantamiento de gas continuo y levantamiento de gas intermitente	13
Figura. 2.4. Estructura y operación básica de una bomba tipo pistón	14
Figura. 2.5. Estructura básica de una bomba de cavidad progresiva	15
Figura. 2.6. Corte transversal bomba ESP	17
Figura. 2.7. Dirección del flujo a través de las etapas	18
Figura. 2.8. Separador de gas	19
Figura. 2.9. Operación del separador de gas	20
Figura. 3.1. Acceso a la configuración del DASABTCP.2.....	42
Figura. 3.10. Configuración del tiempo de actualización de datos.....	48
Figura. 3.11. Acceso a la configuración del DASABCIP.4	49
Figura. 3.12. Configurando el módulo de comunicación.....	50
Figura. 3.13. Configuración del puerto COM.....	51
Figura. 3.14. Configuración del procesador Logix 5000.	52
Figura. 3.15. Acceso a la configuración del DASMBTCP.2	53

Figura. 3.16. Configuración del DASMBTCP.2.....	53
Figura. 3.17. Configuración del N-Port DE 6110	54
Figura. 3.18. Configurando el tiempo de actualización de datos del DASMBTCP	58
Figura. 3.19. Alarma de baja presión de fondo.....	58
Figura. 3.2. Agregando el tipo de controlador a usarse (PLC-5)	42
Figura. 3.20. Alarma de alta temperatura de motor	59
Figura. 3.21. Alerta de salida de la aplicación	59
Figura. 3.22. Configuración de los tiempos de inactividad	60
Figura. 3.23. Alerta al deshabilitar al usuario por falta de actividad.....	61
Figura. 3.24. Mensaje de usuario deshabilitado por falta de actividad	61
Figura. 3.25. Mensaje de equipo detenido	62
Figura. 3.26. Configuración de tiempo de actualización de datos.....	63
Figura. 3.27. Pantalla principal del SCADA.....	64
Figura. 3.28. Acceso a una nueva ventana a través de un botón.....	65
Figura. 3.29. Selección de la ventana que se desea visualizar	66
Figura. 3.3. Configurando los parámetros para comunicarse con el PLC-5.....	43
Figura. 3.30. Distribución de los PAD's.....	66
Figura. 3.31. Distribución de los pozos dentro de un PAD	67
Figura. 3.32. Creación de Access Name.....	67
Figura. 3.33. Configurando un nuevo Access Name	68
Figura. 3.34. Creación de los grupos de alarmas.....	68
Figura. 3.35. Creación de un grupo de alarma	69
Figura. 3.36. Creación de un nuevo tag	69
Figura. 3.37. Tipos de tag	69
Figura. 3.38. Creación de un nuevo tag analógico	70
Figura. 3.39. Creación de un nuevo tag discreto.....	71
Figura. 3.4. Configurando el tiempo de actualización de los datos.....	44
Figura. 3.40. Configuración del botón que accede al pozo.....	71

Figura. 3.41. Ventana de script donde se ingresa la programación de cada pozo.....	71
Figura. 3.42. DAServer inicializados correctamente.....	72
Figura. 3.43. Selección de la aplicación HMI.....	73
Figura. 3.44. Selección de la aplicación HMI.....	73
Figura. 3.45. Selección de la aplicación HMI.....	74
Figura. 3.46. Selección de la aplicación HMI.....	74
Figura. 3.47. Ventana principal de visualización de cada pozo	75
Figura. 3.48. Display y VSD reales	77
Figura. 3.49. Entradas analógicas 1 y 2	77
Figura. 3.5. Acceso a la configuración del DASMBSerial.2	45
Figura. 3.50. Parámetro de configuración del VSD	78
Figura. 3.51. Parámetros de configuración del VSD.....	78
Figura. 3.52. Contador de arranques del equipo	79
Figura. 3.53. Historial de operación del equipo	79
Figura. 3.54. Valores analógicos del VSD.....	80
Figura. 3.55. Parámetros generales de operación	80
Figura. 3.56. Configuración de los setpoint de voltaje	81
Figura. 3.57. Configuración de los parámetros de sobre carga y baja carga.....	82
Figura. 3.58. Configuración de la mínima frecuencia de operación	82
Figura. 3.59. Visualización de la temperatura ambiente.....	82
Figura. 3.6. Agregando un puerto COM	45
Figura. 3.60. Parámetros de comunicación.....	83
Figura. 3.61. Visualización de la fecha y hora actual del VSD.....	83
Figura. 3.62. Control de barrido de frecuencia	84
Figura. 3.63 Controlador variador de velocidad (VSD)	85
Figura. 3.64. Dispositivo N-Port DE-311	86
Figura. 3.65. Módulo de expansión y comunicación VCI-142.....	86
Figura. 3.66. Equipo de fondo conectado al de superficie.....	87

Figura. 3.67. Distribución de los equipos en campo	88
Figura. 3.68. Ubicación geográfica de los pozos	89
Figura. 3.7. Configuración del puerto COM	46
Figura. 3.8. Añadiendo un nuevo objeto dentro del COM	47
Figura. 3.9. Configuración del esclavo dentro del COM	48
Figura. 4.1. Conexión al SQL Server 2008	91
Figura. 4.10. Arquitectura del sistema Wonderware Historian	103
Figura. 4.11. Estado de operación del Historian	105
Figura. 4.12. Estado de inicialización de los módulos del Historian	105
Figura. 4.13 Importación de tags	106
Figura. 4.14. Importando los tags hacia el Historian	107
Figura. 4.15. Agregando los tags a ser importados	107
Figura. 4.16. Seleccionando la base de datos de los tags	108
Figura. 4.17. Verificación de información de la aplicación	108
Figura. 4.18. Importación de tags únicos.	109
Figura. 4.19. Filtro de tags	110
Figura. 4.2. Ingreso a las propiedades de SQL	92
Figura. 4.20. Tipo de almacenaje de los tags	111
Figura. 4.21. Confirmación final de la importación de tags	111
Figura. 4.22. Estado de la importación de tags	112
Figura. 4.23. Visualización de los tags importados	113
Figura. 4.24. Creando el registro del Historian	113
Figura. 4.25. Propiedades del registro de Historian	114
Figura. 4.26. Configuración del registro de Historian	115
Figura. 4.27. Diagrama de transmisión de datos hacia los servidores Vision	119
Figura. 4.28. Ingreso de usuario y clave de acceso personal	119
Figura. 4.29. Acceso a WellLink Vision	120
Figura. 4.3. Configuración de autenticación en SQL	92

Figura. 4.30. Pantalla principal del monitoreo remoto	120
Figura. 4.31. Interfaz de usuario	121
Figura. 4.32. Tendencias e Históricos	122
Figura. 4.33. Propiedades del pozo	123
Figura. 4.34. Configuración de alarmas	123
Figura. 4.35. Configuración de alarmas	124
Figura. 4.36. Curvas de operación de la ESP	125
Figura. 4.37. Acceso desde un dispositivo móvil.....	126
Figura. 4.38. Centro de monitoreo Baker Hughes-Quito	126
Figura. 4.39. Centro de monitoreo Baker Hughes- Houston.....	127
Figura. 4.4. Adquisición de datos en el SMC.....	93
Figura. 4.40. Reporte automático de optimización	127
Figura. 4.41. Ganador 2011 en mejor Aplicación y Manejo de Datos.....	128
Figura. 4.5. Almacenamiento de datos obtenidos del Historian.....	94
Figura. 4.6. Sintaxis de la sentencia IS NULL	98
Figura. 4.7. Sintaxis de la sentencia LIKE	98
Figura. 4.8. Order by.....	99
Figura. 4.9. Consulta realizada a la base de datos	101
Figura. A1.1. Cuadro de diálogo de bienvenida	134
Figura. A1.2. Términos de la licencia	134
Figura. A1.3. Selección de características del DAServer	135
Figura. A1.4. Selección del disco para instalar el software.....	135
Figura. A1.5. Selección del nombre de usuario y contraseña.....	136
Figura. A1.6. Inicio de la instalación.....	136
Figura. A1.7. Progreso de la instalación.....	137
Figura. A1.8. Progreso de la instalación.....	137
Figura. A2.1. Inicio de instalación InTouch.....	139
Figura. A2.2. Términos de la licencia InTouch	140

Figura. A2.3. Selección de características a instalar de InTouch	140
Figura. A2.4. Configuración de usuario y clave InTouch	141
Figura. A2.5. Inicio de la instalación InTouch	141
Figura. A2.6. Progreso de la instalación InTouch.....	142
Figura. A2.7. Instalación finalizada InTouch.....	142
Figura. A3.1. Centro de instalación SQL Server.....	144
Figura. A3.10. Tipo de configuración de SQL.....	148
Figura. A3.11. Instalación completa SQL.....	149
Figura. A3.2. Tipos de instalación del SQL Server 2008	145
Figura. A3.3. Reglas auxiliares de instalación SQL.....	145
Figura. A3.4. Ingreso de clave del producto SQL.....	145
Figura. A3.5. Términos de licencia SQL.....	146
Figura. A3.6. Verificación de configuración SQL.....	146
Figura. A3.7. Selección de características SQL	147
Figura. A3.8. Agregar usuario administrador de SQL Server	147
Figura. A3.9. Agregar usuario de administrador para Análisis de Servicio SQL	148
Figura. A4.1. Inicio de instalación RPI	150
Figura. A4.2. Selección de carpeta de instalación RPI.....	151
Figura. A4.3. Confirmar la instalación del RPI.....	151
Figura. A4.4. Progreso de la instalación RPI.....	152
Figura. A4.5. Mensaje de instalación completa RPI	152

GLOSARIO

ArchestrA.- Es la Arquitectura Tecnológica basada en .NET de Microsoft, desarrollada por Wonderware para facilitar e impulsar la Integración de dispositivos y sistemas a distintos niveles.

Backplane.- Es una placa de circuito (por lo general, una placa de circuito impreso) que conecta varios conectores en paralelo uno con otro, de tal modo que cada pin de un conector esté conectado al mismo pin relativo del resto de conectores, formando un bus de ordenador.

Build up.- Es un procedimiento que se utiliza en los pozos para conocer la presión del reservorio. Consiste en dejar que la presión de fondo quede en su valor estático luego de apagado el equipo en el pozo.

Elastómero.- Los elastómeros son aquellos polímeros que muestran un comportamiento elástico. El término, que proviene de polímero elástico, es a veces intercambiable con el término goma.

GOR.- Este término representa la relación gas-petróleo que existe en un fluido.

LAN.- Por sus siglas en inglés es Local Area Network, y se refiere a la red de área local.

Monel.- Es el nombre que se asigna a las aleaciones comerciales con razones níquel-cobre de aproximadamente 2:1 de peso

N-PORT DE 311.- Dispositivo serial que soporta utilizado en aplicaciones industriales para conectividad con controladores u otro tipo de equipos.

N-Port DE 6110.- Dispositivo serial que soporta utilizado en aplicaciones industriales para conectividad con controladores u otro tipo de equipos.

PAD's.- Es el área que ha sido aprobada para la exploración y extracción de gas natural o petróleo. Se compone de varios pozos que se encuentra en una misma locación.

Polling.- Este término se utiliza para el requerimiento de datos a un dispositivo en particular.

Scripting.- Es un programa simple, que por lo general se almacena en un archivo de texto plano.

Setpoint.- Hace referencia a valores usados para configurar ciertos rangos de operación de distintos parámetros.

VSD.- Es el controlador variador de velocidad. Usando comúnmente para cambiar la velocidad de maquinaria, comúnmente para motores.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Es importante mencionar que el sector petrolero del Ecuador, evidencia una destacada participación en la economía del país, es así como, el volumen de extracción de petróleo pasó de 184.727 miles de barriles en 2008 a 177.408 en 2009¹.

Respecto al precio del crudo del Oriente ecuatoriano en los mercados internacionales se puede observar un aumento general en relación al año 2009, ya que a octubre de 2010 el precio por barril de petróleo se ubicó en US\$ 82.18 mientras que a noviembre de 2010 ascendió a US \$ 84.11².

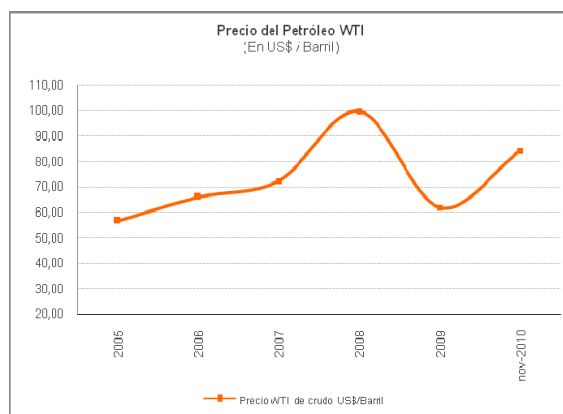


Figura. 1.1. Precios del crudo ecuatoriano correspondiente a diciembre de cada año

1 Ministerio de Energía y Minas, 2007, Agenda Energética

2 Informe sectorial Ecuador: Sector energético, PacificCredit Rating

Baker Hughes Ecuador brinda el servicio de extracción de crudo a través de bombas electro sumergible (ESP) a las empresas petroleras en el país.

Para este caso en particular, el monitoreo de ESP dentro de los pozos de petróleo se realiza a través de un SCADA dedicado localmente con InTouch 8.1 el mismo que sirve únicamente en los campos donde se encuentran los pozos de petróleo, además, no se encuentra implementada una base datos, solo se maneja históricos propios del InTouch 8.1, lo cual no permite tener información del comportamiento de los equipos de fechas pasadas.

Para generar la base de datos del sistema SCADA se procederá a usar Historian 10 y SQL.

Historian 10 es un software de la línea de Wonderware que permite a los usuarios crear una base de datos con la información que se genera en cualquiera de los productos de Wonderware en este caso con InTouch 10.1. Una característica importante de Historian es que tiene la facilidad de comunicarse con SQL el mismo que permite almacenar y manejar los datos generados de manera más eficiente.

XPVision es un sistema de monitoreo en tiempo real, diseñado por Baker Hughes que permite el monitoreo de producción de levantamiento artificial. XPVision al ser un sistema en aplicación web permite a los usuarios el acceso en todo el mundo con una simple conexión a internet y los respectivos permisos de cada cliente.

1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El monitoreo y control de las ESP es una de los factores más importantes en el proceso de producción en un yacimiento petrolero, ya que por medio de esto se puede conocer el estado de cada una de las variables en el equipo, tales como corriente, temperatura de motor, frecuencia de trabajo, presión, entre otros, y su comportamiento particular en cada uno los pozos de petróleo.

Mientras mejor sea el comportamiento de cada bomba, mayor será la cantidad de barriles de fluido por día (BFPD) que se obtenga de cada pozo durante la vida útil del equipo ESP, mejorando así la producción y el rendimiento de las bombas.

Con los pozos siendo monitoreados a través del sistema XPVision y debido a las capacidades de análisis del mismo, potencializa el seguimiento de cada uno de los pozos para mejorar la operación y vida operativa de los equipos.

El diseño del SCADA remoto permitirá al cliente tener la capacidad de acceder al monitoreo de cualquier pozo que le pertenezca por medio de una interfaz muy amigable y desde cualquier lugar del mundo a través de una conexión a internet.

Además, al implementar una base de datos con el uso del software Historian de Wonderware y SQL, permitirá ver el comportamiento del equipo y las tendencias de trabajo en un determinado periodo. De esta manera se puede prevenir daños en los equipos y programar los mantenimientos preventivos, y mejorar los diseños de las ESP cuando se realice el cambio de las mismas luego de terminada su vida útil.

1.2.1 Requerimientos del cliente

Se requiere realizar una actualización del software de SCADA a través de un nuevo diseño en InTouch 10.1 e integrar los pozos en un solo sistema con el fin de ampliar el monitoreo de los pozos de manera remota y a nivel general, no particular.

La implementación de una base de datos con el software Historian 10 y SQL con el fin de almacenar todas las variables que tenga el SCADA a lo largo del tiempo, de esta manera se puede acceder a información de fechas pasadas.

Se requiere integrar el SCADA con el sistema de monitoreo XPVision de Baker Hughes, mediante la lectura de la base de datos generada en Historian y SQL.

1.3 ALCANCE DEL PROYECTO

El alcance del proyecto consiste en la actualización y depuración del sistema SCADA, por medio del nuevo diseño de la HMI.

La interfaz humano máquina se realizará en InTouch 10.1 en un sistema operativo Windows 7, el mismo que trabajará como servidor.

La base de datos será diseñada e implementada con Microsoft SQL Server 2008 e Historian 10.

Una vez generada la base de datos local se realizará la exportación de datos del sistema SCADA local al sistema de monitoreo remoto XPVision de 100 pozos que trabajen con ESP. La conexión al sistema XPVision permitirá acceso remoto, ya que es una aplicación a través de la web, es decir el cliente solo necesita un acceso por medio

de internet para monitorear el SCADA con sus respectivos permisos de usuario.

La idea final luego de realizar este trabajo, es implementar el proyecto en un cliente y monitorear los equipos desde los centros de Baker Hughes que posee a nivel local y mundial.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 General

- Diseñar y actualizar el software del sistema de monitoreo SCADA local de pozos petroleros para la generación de una base de datos y el enlace con un sistema de monitoreo remoto.

1.4.2 Específicos

- Analizar los requerimientos de software y hardware para el desarrollo del sistema SCADA remoto.
- Diseño e implementación de una base de datos que permita conocer el historial del comportamiento y sus tendencias de las ESP en cada uno de los pozos de petróleo.
- Enlazar el sistema SCADA local con el sistema de monitoreo WellLink Vision.
- Desarrollar una HMI en InTouch 10.1 que permita integrar el control y monitoreo de todos los pozos en un solo sistema y de manera remota.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 SISTEMA DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL

Una vez que la presión de un reservorio empieza a disminuir y no es lo suficientemente alta para que el fluido emerja a la superficie de manera natural es necesario aplicar algún tipo de levantamiento artificial para llevar el fluido hacia la superficie. El levantamiento artificial provee energía adicional o presión para incrementar el flujo de hidrocarburos a la superficie. Si bien es cierto existen muchos tipos de levantamiento artificial, a continuación se explica brevemente cuales son y sus características principales. Los tipos de levantamiento artificial más usados son:

- Bombeo mecánico.
- Levantamiento por gas.
- Levantamiento hidráulico tipo pistón.
- Bombeo de cavidad progresiva
- Bombeo electrosumergible

2.1.1 Levantamiento por bombeo mecánico

El yacimiento que ha de producir por bombeo mecánico tiene cierta presión, suficiente para que el petróleo alcance un cierto nivel en el pozo. Por tanto, el bombeo mecánico no es más que un procedimiento de succión y transferencia casi continua del petróleo hasta la superficie.

El balancín de producción imparte el movimiento de sube y baja a la sarta de varillas de succión que mueve el pistón de la bomba, colocada en la sarta de producción o de educción, a cierta profundidad del fondo del pozo

La válvula fija permite que el petróleo entre al cilindro de la bomba. En la carrera descendente de las varillas, la válvula fija se cierra y se abre la válvula viajera para que el petróleo pase de la bomba a la tubería de educción.

En la carrera ascendente, la válvula viajera se cierra para mover hacia la superficie el petróleo que está en la tubería y la válvula fija permite que entre petróleo a la bomba. La repetición continua del movimiento ascendente y descendente (emboladas) mantiene el flujo hacia la superficie.

Como en el bombeo mecánico hay que balancear el ascenso y descenso de la sarta de varillas, el contrapeso puede ubicarse en la parte trasera del mismo balancín o en la manivela³.

³ Bombeo mecánico, <http://www.monografias.com/trabajos16/bombeo-mecanico/bombeo-mecanico.shtml#a>, 4 de Septiembre de 2011

Los componentes básicos de una bomba mecánica se observan en la figura 2.1 y se clasifican en:

- **Unidad de Bombeo**

Es una unidad integrada cuyo objetivo es cambiar el movimiento angular del eje del motor a reciproco vertical, a la velocidad apropiada con el propósito de accionar la sarta de cabillas y bomba de subsuelo.

- **Motor**

Equipo que suministra el movimiento y potencia a la unidad de bombeo para levantar los fluidos del pozo. Este puede ser un equipo de combustión interna o eléctrica, siendo este último el de mayor utilización en la industria.

- **Cabillas**

Elemento de conexión entre la unidad de bombeo, instalada en la superficie y la bomba de sub-suelo. A través de esta se transmite el movimiento recíproco vertical a la bomba para el desplazamiento del fluido, generalmente son productos de acero y por lo tanto poseen propiedades de masa y elasticidad.

- **Bomba de Sub-suelo**

Es una bomba de pistón de desplazamiento positivo, desde su profundidad de instalación hasta la superficie, que funciona por diferenciales de presión mediante bolas y asientos, para permitir la entrada y sello de fluido en ciclos periódicos sincronizados.

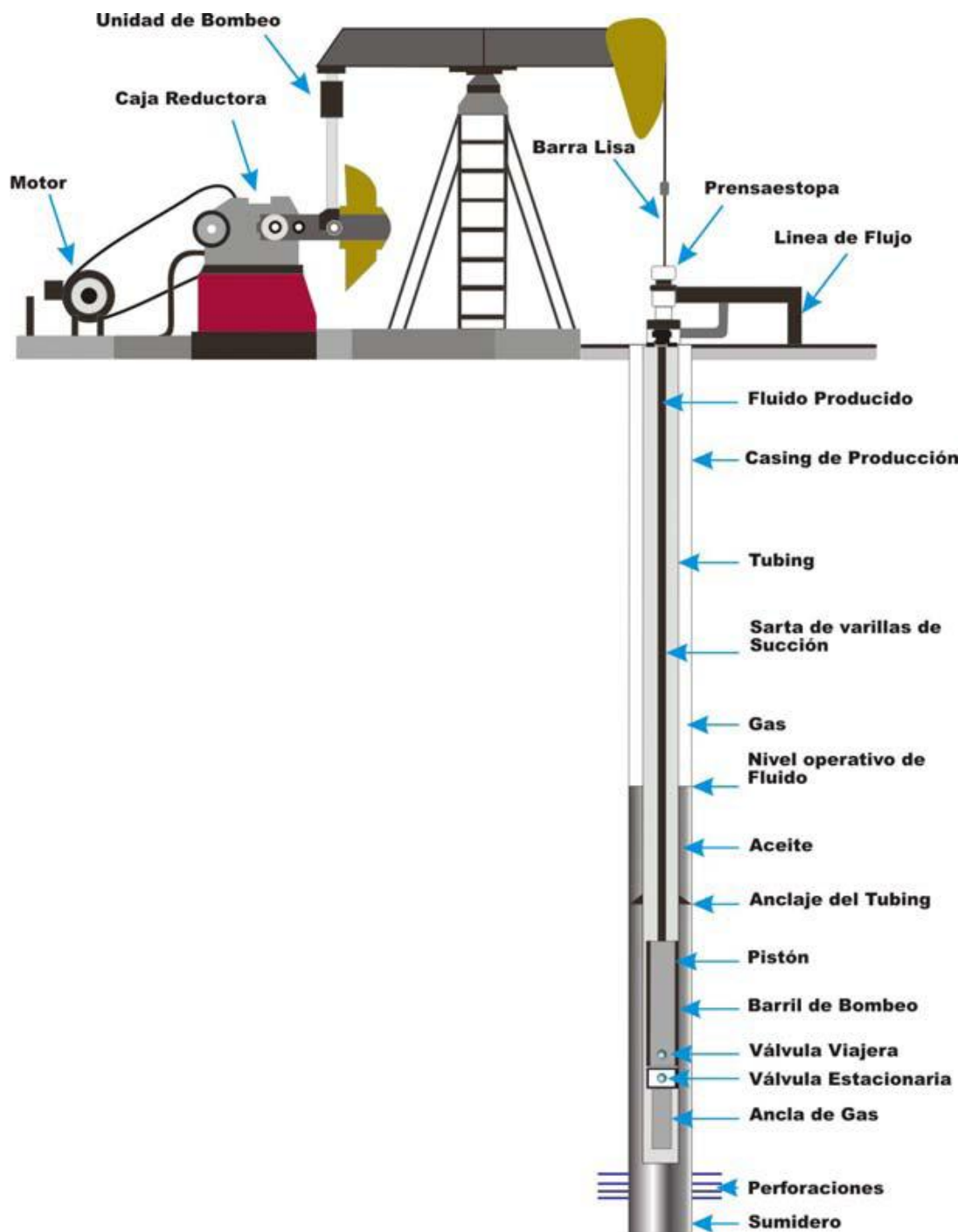


Figura. 2.1. Sistema típico de bombeo mecánico

2.1.2 Levantamiento por gas

El levantamiento por gas es otra forma de levantamiento artificial, donde las burbujas de gas permiten levantar el crudo hacia la superficie. El proceso envuelve la inyección de gas ya sea por la tubería o por el espacio anular. La inyección de gas pasa a través de una válvula donde se mezcla con el fluido y reduce la densidad de este. La presión del reservorio levanta la combinación de líquidos hacia la superficie donde son separados. Mientras el crudo es transportado a los tanques de almacenamiento, el gas es tratado y presurizado para una nueva reinyección al sistema.

El gas puede ser inyectado continuamente o intermitentemente, dependiendo de las características de producción del pozo y la disposición del equipo de levantamiento por gas. El uso del levantamiento intermitente con gas es más recomendable para pozos con baja presión de producción.

La operación intermitente sirve más para realizar algo muy similar a un *build up*⁴ en un pozo. Mientras que la operación continua es más común cuando se tiene pozos con alta presión y grandes flujos (de 100 a 75000 barriles de petróleo por día). Este método es el menos eficiente en levantamiento artificial⁵.

4 Ver glosario de términos.

5 Baker Hughes Centrilift, Submersible Pump Handbook, novena edición, USA 2009

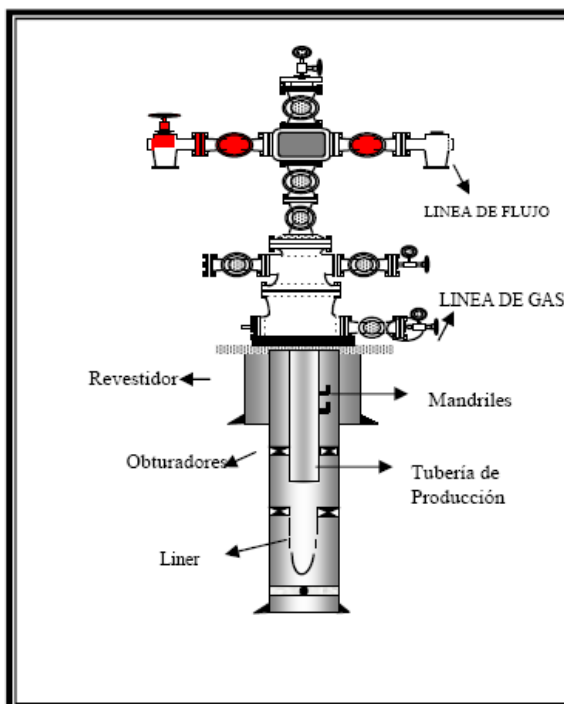


Figura. 2.2. Levantamiento artificial por gas

En el levantamiento artificial por gas se requieren únicamente dos clases de equipos de subsuelo. Estos son: la válvula de levantamiento artificial por gas, y el mandril de subsuelo que conecta la válvula de levantamiento por gas a la tubería de producción y la mantiene en su lugar.

Los componentes más importantes en el sistema de levantamiento por gas son la válvula y el mandril que se observa en la figura 2.2.

• Válvula de Levantamiento Artificial Por Gas

Las válvulas son básicamente reguladoras de subsuelo y se pueden comparar con un regulador por la manera en que funciona. El elemento de carga en la válvula de levantamiento artificial por gas, es generalmente un fuelle cargado con gas. Sin embargo, muchas válvulas se construyen utilizando resortes como elementos de carga y existen también algunas válvulas que emplean una combinación de resorte y fuelles cargados como elementos de carga. Todas las válvulas emplean

un fuelle como elemento de transmisión, incluso cuando el elemento de carga es un resorte. El cuerpo de las válvulas esta hecho de acero inoxidable; el vástago del asiento está hecho generalmente de acero inoxidable, pero pueden hacerse de carburo de tungsteno para aumentar su resistencia al desgaste y prolongar su vida.

Todas las válvulas de levantamiento tienen una válvula de retención para evitar que los fluidos del pozo fluyan hacia atrás por la válvula. Estas válvulas de retención son generalmente accionadas por resorte. Las válvulas de retención deben colocarse de manera que actúen en la dirección contraria a la dirección del flujo por la válvula⁶.

- **Mandril**

El mandril es el equipo hecho de material tubular que sostiene a la válvula en su lugar en la tubería de producción. Existen dos tipos básicos de Mandriles para válvulas de levantamiento artificial por gas: Los recuperables y los de bolsillo.

Recuperables.- Son los que tienen unos soportes externos donde se instala la válvula de levantamiento. Este mandril se enroscaba en la tubería de producción.

Bolsillo.- Estos son los mandriles recuperados por cables, contienen bolsillos internos donde la válvula de levantamiento artificial por gas puede asentarse y recuperarse por medio de herramientas de cable.

⁶ Levantamiento artificial por gas, <http://mediateca.rimed.cu/media/document/2710>, 4 de septiembre de 2011.

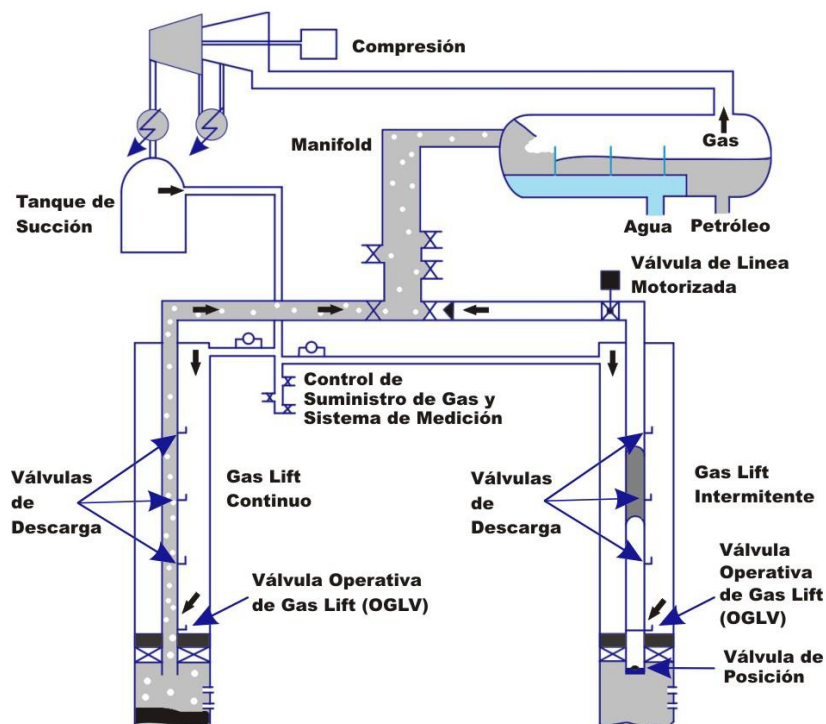


Figura. 2.3. Sistema de levantamiento de gas continuo y levantamiento de gas intermitente

2.1.3 Levantamiento hidráulico tipo pistón

El bombeo hidráulico tipo pistón (*Hydraulic Pistón Pumping, HPP*) es una variante del bombeo mecánico, con la diferencia de que en este caso se utiliza un medio hidráulico como mecanismo de operación de la bomba de subsuelo⁷.

Este tipo de bombeo se efectúa a través de la acción hidráulica por medio del fluido motriz, este fluido es inyectado a alta presión hacia el pozo por tubería; de esta manera se genera una acción directa en los componentes mecánicos (pistón) y que impulsa el fluido de formación hacia la superficie.

El elemento principal de un sistema de bombeo hidráulico es la bomba de producción. Se pueden observar en la figura 2.4 los elementos más sobresalientes en este tipo de bombas.

⁷ ADAIR, Paul. Completion Design Manual. Section 4: Artificial Lift Methods. 2003.

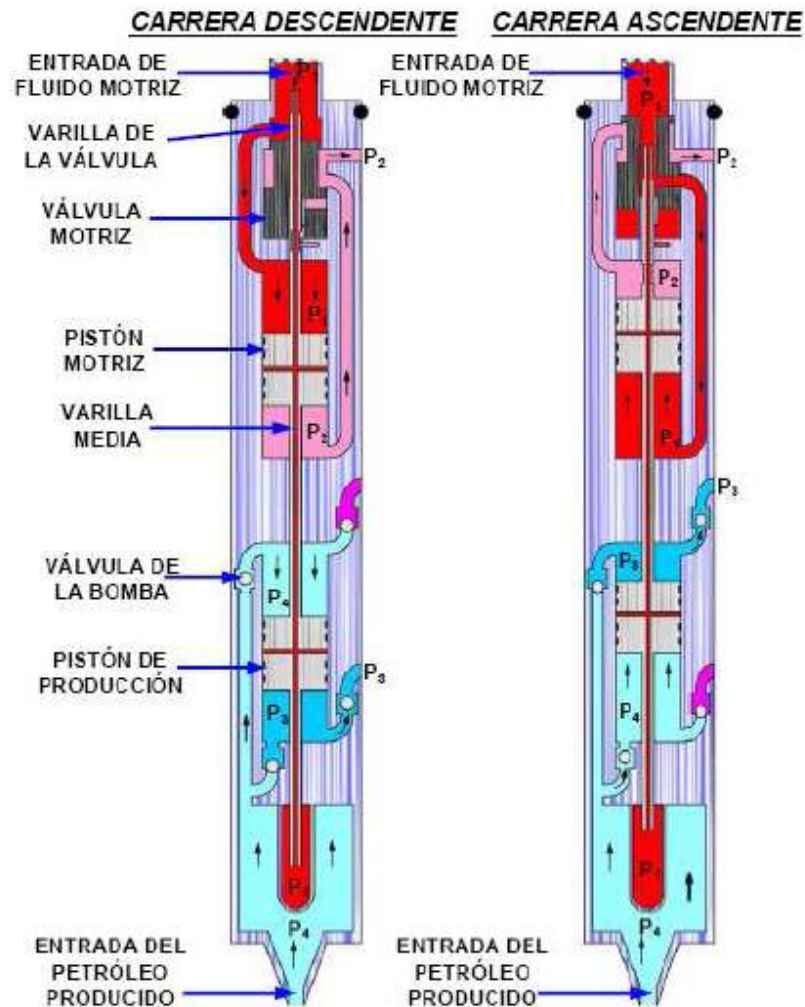


Figura. 2.4. Estructura y operación básica de una bomba tipo pistón

2.1.4 Levantamiento con bombas de cavidad progresiva

Los sistemas PCP tienen algunas características únicas que los hacen ventajosos con respecto a otros métodos de levantamiento artificial, una de sus cualidades más importantes es su alta eficiencia total. Típicamente se obtienen eficiencias entre 50 y 60%.

Las bombas de cavidades progresivas (PCP) son bombas de desplazamiento positivo la cual consiste, como se explicó anteriormente,

en un rotor de acero de forma helicoidal y un estator de elastómero⁸ sintético moldeado dentro de un tubo de acero. El estator es bajado al fondo del pozo formando parte del extremo inferior de la columna de tubos de producción (tubings), mientras que el rotor es conectado y bajado junto a las varillas de bombeo. La rotación del rotor dentro del estator es transmitida por las varillas de bombeo, cuyo movimiento es generado en superficie por un cabezal⁹.

En la figura 2.5 podemos observar los principales componentes del que se encuentra formada una bomba de cavidad progresiva.

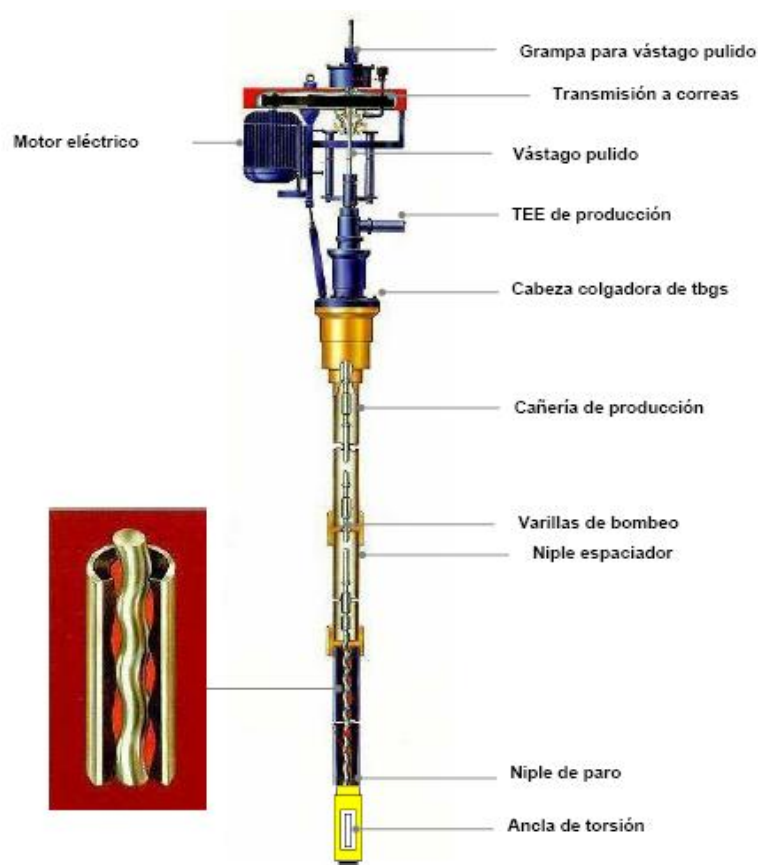


Figura. 2.5. Estructura básica de una bomba de cavidad progresiva

⁸ Ver glosario de términos.

⁹ HIRSCHFELDT Marcelo, Manual de bombeo de cavidades progresivas, versión 2008

2.1.5 Sistema de bombeo electrosumergible.

El bombeo electro sumergible es otra manera de levantamiento artificial de fluidos hacia la superficie. Este tipo de levantamiento tiene gran aceptación en el Ecuador por lo que la mayoría de empresas que prestan servicio a las petroleras del país usan este método para la extracción de crudo y gas.

Los componentes de fondo principales de un sistema de bombeo electro sumergible son los siguientes:

- Bomba
- Separador de gas
- Motor
- Sensor
- Sello
- Cable de poder

A continuación se presentan las principales características de cada una de las partes que conforman un sistema de bombeo electrosumergible.

• **Bomba**

Una bomba electro sumergible está compuesta de múltiples etapas centrifugas. El propósito de la bomba es la de convertir la energía de rotación del eje en fuerza centrífuga que levante el fluido del pozo hacia la superficie. Normalmente la bomba está unida o se cuelga de la tubería de producción. La bomba se compone de elementos fundamentales que se pueden observar en la figura 2.6 y son:

Eje.- El eje está conectado al motor por medio del separador de gas y el sello, y gira a las revoluciones por minuto del motor.

Impulsor y difusor.- Una etapa de la bomba está conformada por la combinación de un impulsor giratorio y de un difusor estático. A medida que el impulsor gira, éste imparte fuerza centrífuga al fluido e incrementa la velocidad del mismo.¹⁰

Carcasa (*Housing*).- Es la protección de la bomba.

Succión (*Intake*).- Es la parte inferior de la bomba donde ingresa el fluido hacia las etapas.

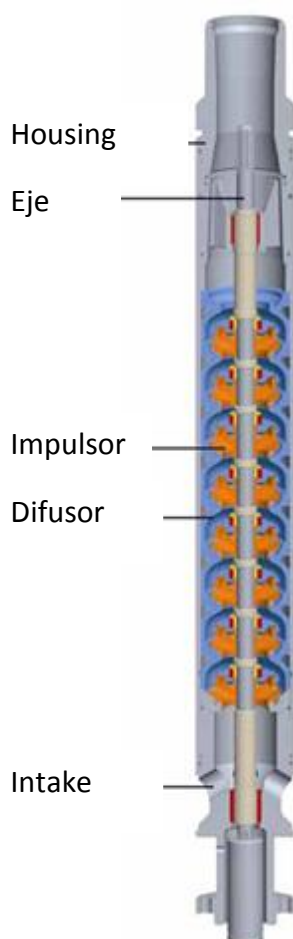


Figura. 2.6. Corte transversal bomba ESP

Centrilift fabrica en múltiples etapas (rotación del impulsor y difusor estacionario) bombas centrífugas. A medida que el impulsor gira,

¹⁰ Fuente: Baker Hughes Centrilift, Submersible Pump Handbook, novena edición, USA 2009

este imparte la fuerza centrífuga para el fluido por ende aumenta la velocidad. Esto se observa mediante las flechas rojas en la figura 2.7. Luego el difusor direcciona el fluido en el impulsor por encima de él (se muestra mediante las flechas amarillas) y cambia la velocidad de la energía en energía de presión o “levantamiento”.

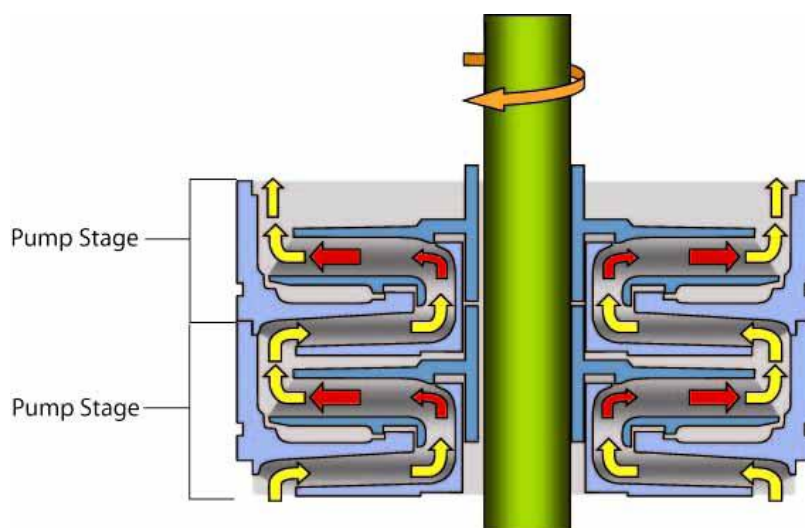


Figura. 2.7. Dirección del flujo a través de las etapas

- **Separador de gas**

Cuando se tiene un pozo con alta relación de gas-petróleo (GOR) se utiliza un separador de gas, el mismo que cumple la función de separar una porción de gas libre antes de ingresar a las etapas de la bomba, ayudando a eliminar el bloqueo por gas a la bomba o la cavitación. Los principales componentes del separador de gas se pueden observar en la figura 2.8 y son:

- Orificio de ventilación del gas (*Gas vent port*)
- Guía de paletas (*Guide Vane*)
- Cámara de separación (*Separation Chamber*)
- Inductor o HAVA (Patentado BHI)
- Admisión (*Intake*)
- Eje

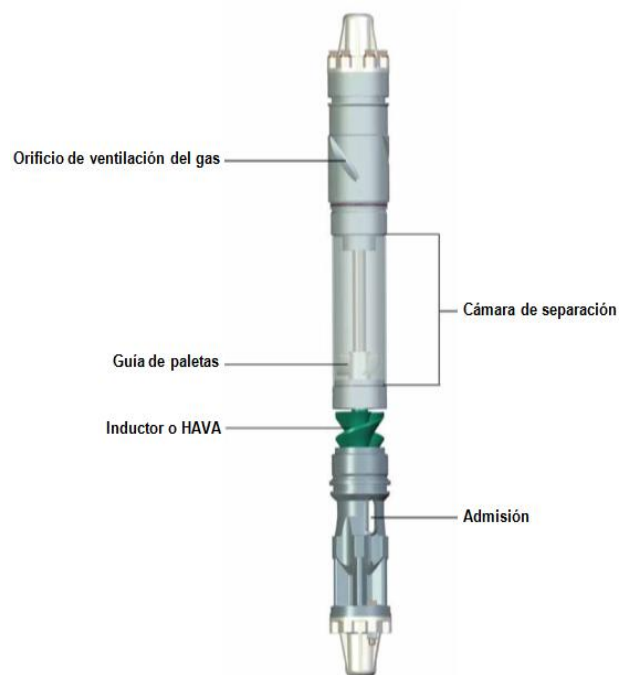


Figura. 2.8. Separador de gas

La operación del separador de gas se observa en la figura 2.9, esta empieza cuando el fluido entra a través de la succión (**Intake**) y pasa por medio del inductor (**HAVA**). El inductor pasa a la cámara de separación, donde la mayor gravedad específica del fluido es forzada hacia la pared externa y el gas liviano al centro. La separación es causada por una fuerza centrífuga creada ya sea por un rotor separador o una etapa vortex inductora. El gas es expulsado a través del orificio de ventilación. El fluido se introduce en el extremo inferior de la bomba, donde las etapas levantan el fluido separado hacia la superficie.



Figura. 2.9. Operación del separador de gas

- **Sello**

La sección del sello conecta el eje del motor a la entrada de la bomba o al eje separador del gas. Las secciones del sello también llevan a cabo las siguientes funciones vitales:

- Provee un área para la expansión del volumen de aceite del motor de la ESP.
- Iguala la presión interna de la unidad con la presión del pozo de anillo.
- Aísla el aceite limpio del motor de los fluidos del pozo para evitar la contaminación.
- Soporta el empuje generado por el equipo superior.
- Los componentes del sello se observan en la figura 2.10 y son:
 - Sellos mecánicos
 - Bolsa(s) de elastómero
 - Cámara(s) laberínticas

- Cojinete de empuje
- Intercambiador de calor

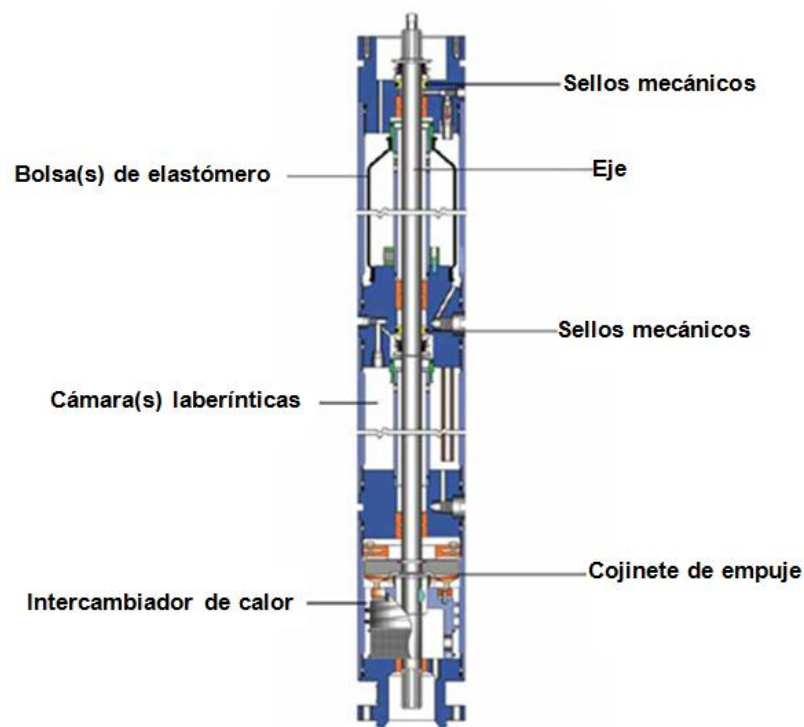


Figura. 2.10. Corte transversal del sello

- **Motor**

El propósito principal del motor es transformar la energía eléctrica en movimiento a través del eje. El eje es conectado a través del sello y el separador de gas, haciendo que gire los impulsores de la bomba. Los principales componentes del motor se observan en la figura 2.11 y son:

- Rotor
- Estator
- Eje
- Cojinete
- Cable magnético aislado
- Bobinado de encapsulación
- Laminaciones de estator y rotor.

- Carcasa
- Cojinete de empuje.

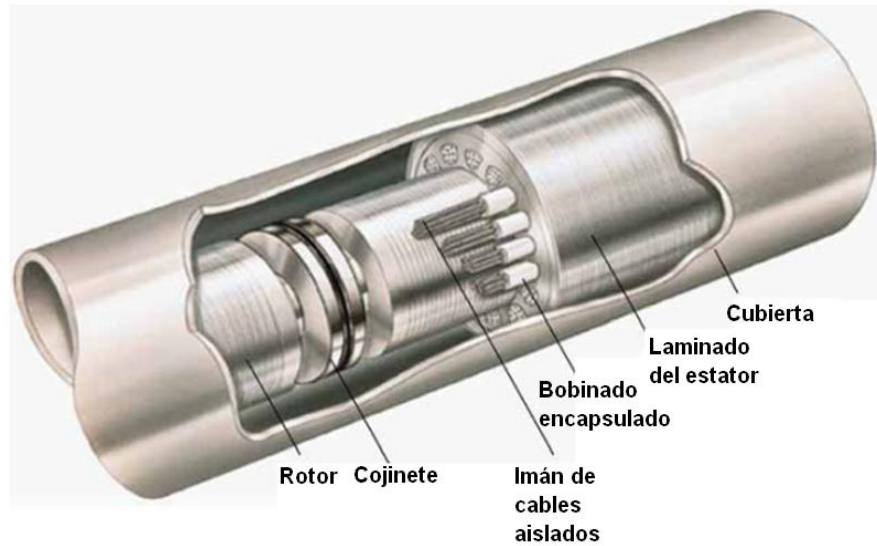


Figura. 2.11. Componentes del motor para ESP

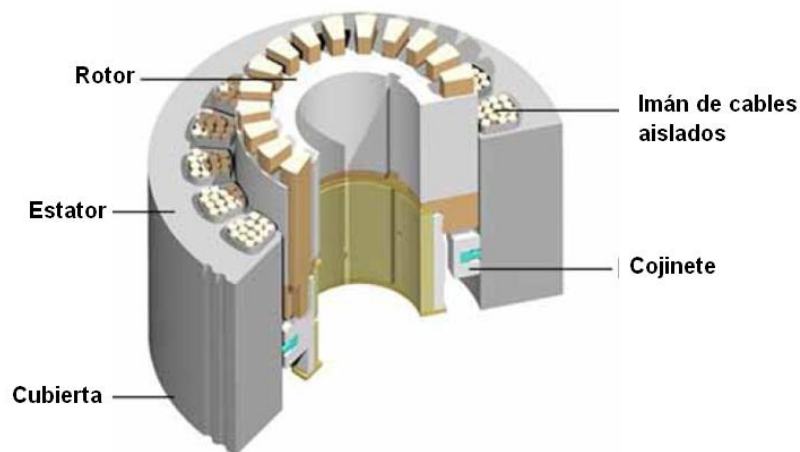


Figura. 2.12. Corte transversal del motor para ESP

El motor para ESP que se observa en la figura 2.12 es de dos polos, tres fases, jaula de ardilla e inductivo. Este motor tiene una velocidad de 3600rpm a 60 Hz de frecuencia de operación. El voltaje puede variar entre valores bajos de 230 V hasta valores tan altos de

7000V. El amperaje varía de 12 a 343 amperios. La potencia es mejorada simplemente incrementando la longitud o diámetro del motor.

- **Sensor**

El sensor de fondo mide los parámetros del pozo y provee datos importantes para mejorar la eficiencia del sistema ESP y su durabilidad. Centrilift provee dos tipos de sensores: Centinel + y WellLift H, siendo el segundo el más usado y donde se dará más énfasis debido a que los equipos en su mayoría tienen instalado este tipo de sensor o están migrando al mismo. En la figura 2.13 se puede observar como es el diseño de un sensor Centinel + y en la figura 2.14 se encuentra la del WellLift H.



Figura. 2.13 Sensor Centinel+



Figura. 2.14 Sensor WellLift H

En la tabla 2.1 se muestra los parámetros que pueden medir tanto el sensor Centinel+ como el sensor WellLift H:

Tabla. 2.1. Parámetros de medición de los sensores Centinel + y WellLift H

Parámetros de lectura	Tipo de sensor	
	Centinel +	WellLift H
Presión de Intake	x	x
Temperatura del fluido	x	x
Temperatura del motor	x	x
Temperatura electrónica		x
Presión de descarga		x
Vibración(Eje x-y)	x	X
Corriente de fuga	x	X
Voltajes fase-tierra		X
Tiempo de operación		X
Frecuencia de salida		X

- **Cable de poder**

El cable de poder realiza la conexión entre el equipo de fondo con el equipo de superficie. Este cable está construido de forma robusta para prevenir daños mecánicos, ser capaz de conservar sus propiedades físicas y eléctricas cuando esté expuesto a líquidos calientes y gases dentro del pozo.

Hay dos tipos de cables usados en sistemas ESP, ya sea plano o redondo. Los componentes principales del cable se observan en la figura 2.15 y son los siguientes:

- Armadura
- Chaqueta
- Aislamiento
- Conductor

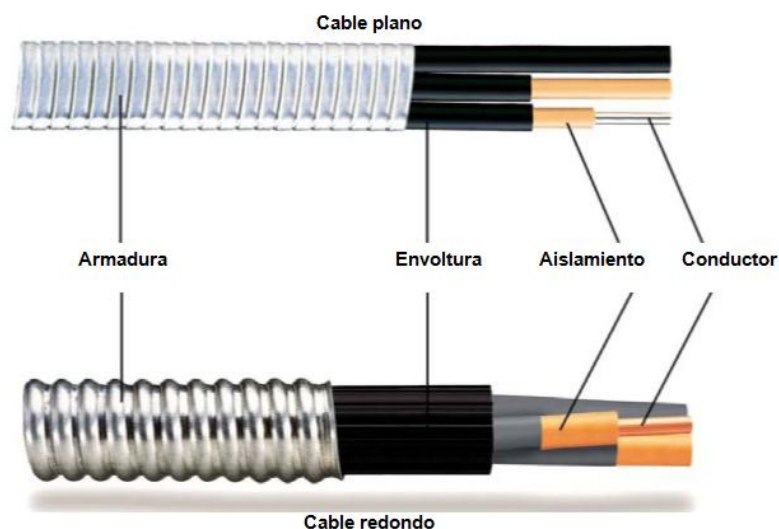


Figura. 2.15. Componentes cable de poder

Debido a la naturaleza extrema y las variaciones naturales de los pozos de petróleo, los cables deben ser duraderos en muchas condiciones. La larga durabilidad del cable es la característica más efectiva para lograr la prevención de daños de descompresión y mecánicos.

Daños por descompresión: La mayoría de pozos petroleros tienen una alta concentración de gases disueltos que se conocen como GOR^{11} . Estos gases se disuelven fácilmente en la cubierta del cable de caucho sintético y en los materiales de aislamiento porque son derivados del petróleo. Cuando la presión de aceite dentro del pozo se reduce, se forman burbujas en el aceite: esto se refiere al punto de ebullición del aceite. La rápida reducción en la presión se refiere a la descompresión y el daño resultante en el aislamiento del cable, lo que se conoce como daños de descompresión.

Daño mecánico/corrosión: Durante el transporte y la instalación en el pozo, el cable ESP puede dañarse de distintas maneras. Incluso después de que el cable este correctamente instalado en el pozo, este puede ser debilitado por fluidos corrosivos y gases. La armadura

11 Ver glosario de términos.

metálica exterior en el cable redondo juega un papel fundamental en la prevención del daño de descompresión así como protección física del cable durante el manejo e instalación. Existen diferentes tipos de materiales para la armadura incluyendo acero galvanizado, acero inoxidable y Monel®¹². La armadura también está disponible en una amplia gama de grosores para satisfacer las demandas físicas y corrosivas del medio ambiente del pozo.

El daño del cable ya sea por descompresión o por problema mecánico es un factor que afecta directamente a la vida útil de todo el sistema ESP debido a que el cable pierde aislamiento por ende afecta directamente al motor, es decir, se puede generar que una de las fases del motor se vaya a tierra y solo quedé funcionando dos fase correctamente.

Los componentes de superficie principales de un sistema de bombeo electro sumergible son los siguientes:

- Transformador
- Caja de venteo
- Cabezal del pozo
- Controlador del motor.
- Válvula check
- Centralizador
- Relay Backspin

• **Transformador**

La energía eléctrica se distribuye generalmente a campos petroleros en un voltaje intermedio (6000 voltios o más). Desde que los equipos ESP operan con voltajes entre 250 y 4000 voltios, la transformación de voltaje es necesaria.

¹² Ver glosario de términos.

Los transformadores están disponibles en configuración trifásica o monofásica. Los transformadores utilizados en los campos petroleros contienen una gran cantidad de voltajes secundarios o *taps* que permiten una amplia gama de voltajes de salida. Esto es requerido para ajustar el voltaje de la superficie contando con las pérdidas o caídas de voltaje que se produce debido a la configuración de las profundidades.

- **Caja de conexiones o venteo**

Una caja de conexión o venteo tiene tres funciones. La primera, proporciona un punto para conectar el cable de poder desde el controlador al cable de poder del pozo.

La segunda, proporciona una abertura a la atmósfera para los gases que podrían migrar al cable de poder sumergible.

La última función permite fácil acceso a los puntos de prueba para los controles eléctricos de los equipos que se encuentran en el fondo del pozo.

- **Cabezal del pozo (*WellHead*)**

El cabezal del pozo soporta el peso de los equipos del subsuelo y mantiene la presión de superficie anular del pozo. Debe estar equipado con empaques para proporcionar un sello seguro alrededor del cable y el tubo. Existen varios empaques para fabricantes de cabezales. El empaque de más alto rango puede mantener la presión anular hasta 5000 psi.

- **Válvula de control (Check)**

Cuando una ESP se apaga, el líquido en la tubería de producción se caerá a través del sistema ESP. A medida que el líquido pasa a través de la entrada este produce la rotación inversa del eje. Si la unidad está encendida mientras que el eje esta en rotación inversa, se producirá una falla eléctrica o un daño mecánico en el equipo. Una válvula de control instalada con dos a tres uniones por encima de la bomba evita que el líquido fluya hacia abajo a través del sistema ESP eliminando el riesgo de operar en retroceso.

En aplicaciones donde es posible el bloqueo de gas, la válvula de control se puede instalar con cinco o seis uniones por encima del montaje de la bomba. Esta instalación permite una columna más larga de líquido para que vuelva a fluir a través de la bomba en caso que se apague. Si el volumen del líquido es más grande tiene una mayor probabilidad de romper un bloqueo de gas en la bomba.

Si una válvula de control no es usada, se tendrá el tiempo suficiente para permitir que los líquidos drenen a través de la entrada de la bomba antes de que el motor se reinicie. Un mínimo de 30 minutos se recomienda para la mayoría de los pozos.

- **Centralizador**

Centralizadores se utilizan en aplicaciones ESP para colocar el equipo en el centro del pozo. Esto es especialmente útil en pozos desviados o direccionales para eliminar los daños externos y asegurar la correcta refrigeración de los equipos. Hay disponibles varios centralizadores diseñados para proteger los cables ESP y prevenir el daño en los cables debido a la fricción.

En ambientes corrosivos se utiliza recubrimiento protector en la cubierta externa de los equipos ESP. Los centralizadores evitan daños mecánicos al recubrimiento durante la instalación de los equipos.

Una vez revisado todos los sistemas de levantamiento artificial más usados en el Ecuador, se puede observar en la tabla 2.2 las ventajas y desventajas en cada uno de estos sistemas.

Tabla. 2.2. Ventajas y desventajas de los distintos sistemas de levantamiento artificial

	Ventajas	Desventajas
Bombeo Mecánico	<p>Método muy usado.</p> <p>Locaciones remotas sin electricidad.</p> <p>La bomba puede estar por debajo de las perforaciones.</p> <p>Fácil cambio de volúmenes.</p> <p>Conocido por personal de campo.</p> <p>Usualmente económico.</p>	<p>Restricciones de flujo y profundidad.</p> <p>Susceptible al gas libre.</p> <p>Mantiene la frecuencia.</p> <p>Dificultad en pozos desviados</p> <p>Susceptible a la corrosión.</p> <p>Fugas en cabezal.</p>
Bombeo de cavidad progresiva	<p>Diseño simple de dos piezas.</p> <p>Excelente para crudo viscoso.</p> <p>Resistente a sólidos</p> <p>Maneja gravedades de crudo de 5 a 42 API.</p> <p>No existe bloqueo por gas.</p>	<p>Sensible a sobre presiones.</p> <p>Restringido en caudal (< 5000BFPD).</p> <p>Restringido en profundidad de asentamiento (<6500ft).</p> <p>Temperatura de operación limitada (250°F).</p> <p>No es compatible con algunos químicos.</p>
Bombeo Hidráulico	<p>Opera a grandes profundidades (18000ft)</p> <p>El equipo de fondo no tiene partes móviles.</p> <p>Mantenimiento económico del equipo.</p> <p>Ensamble sencillo, tiempo rápido de instalación (1 hora).</p> <p>Se recupera al equipo inyectando fluido, no se requiere taladro.</p>	<p>Se requiere introducir constantemente fluido al pozo.</p> <p>Maneja bajos caudales.</p> <p>Diseño complejo</p> <p>Problemas de corrosión.</p> <p>Altas presiones en superficie.</p>
Levantamiento por gas	<p>Bajo costo operacional.</p> <p>Flexible.- Permite cambio de caudales.</p> <p>Cambio de válvulas sin sacar tubería.</p> <p>Levantamiento de altos volúmenes(35000BFPD)</p> <p>Recomendado para pozos con arena y direccionales.</p>	<p>Necesita una fuente de suministro de gas.</p> <p>Si el gas es corrosivo, necesita ser tratado.</p> <p>Alto costo de instalación.</p> <p>Mantenimiento e instalación de compresor.</p> <p>Limitación por la presión estática.</p>
Bombeo electrosumergible	<p>Maneja altos caudales de producción.</p> <p>Se usa a bajas presiones de fondo.</p> <p>Operables en pozos direccionales o en plataformas offshore.</p> <p>Opera en condiciones de alta temperatura de motor (350°F).</p> <p>Usando VSD se puede variar frecuencia para obtener diferente producción.</p> <p>Sistema económico con respecto a los anteriores.</p> <p>Maneja altos cortes de agua.</p>	<p>Cuando el equipo falla se requiere sacar el equipo del pozo.</p> <p>Las altas temperaturas afectan al sello, el aislamiento del cable y al motor.</p> <p>Se requiere suministro eléctrico.</p> <p>Altos contenidos de gas puede bloquear la bomba o hacer que cavite.</p> <p>Se requiere controlar el equipo en cada pozo.</p> <p>Su diseño es complejo.</p>

2.2 SISTEMA DE MONITOREO WELLINK VISION

Baker Hughes brinda el servicio de monitoreo a través del sistema WellLink Vision, el mismo que brinda supervisión y control de las bombas ESP. Dentro de este sistema de monitoreo existen dos categorías principales las cuales se denominan SP Vision y XP Vision.

En la tabla 2.3 se observa las principales diferencias que tiene estos dos tipos de servicio de monitoreo.

Tabla. 2.3. Características de los dos tipos de servicio de monitoreo

Características	SP Vision	XP Vision
Tags-Presión de intake, temperatura de motor, voltaje, amperios.	X	X
Control del VSD-Tags	X	X
Alarmas configurables	X	X
Carta amperométrica circular	X	X
Tendencias de tags válidos	X	X
Visualizar todos los parámetros de medida	X	X
Reportes diarios: Producción, desempeño, eficiencia eléctrica	X	X
Reportes mensuales: Indicadores de desempeño, posibles riesgos	X	X
Diagnóstico asistencia ESP-Expert		X
Soporte en la optimización de la producción		X
Vigilancia por expertos ingenieros de optimización		x

Existen distintas maneras de realizar la transmisión de datos que se obtienen del sensor y del variador: ya sea satelital, por radio frecuencia, red LAN¹³, etc. En la figura 2.16 se observa un sistema que contiene transmisión a nivel satelital. Este tipo de comunicación es la más usada ya que solo necesita de una unidad ESP Global (así denominada) que transmita los parámetros del equipo al satélite y este a su vez lo ingrese a la nube de internet, una vez ahí se puede acceder desde cualquier parte del mundo.

¹³ Ver glosario de términos.

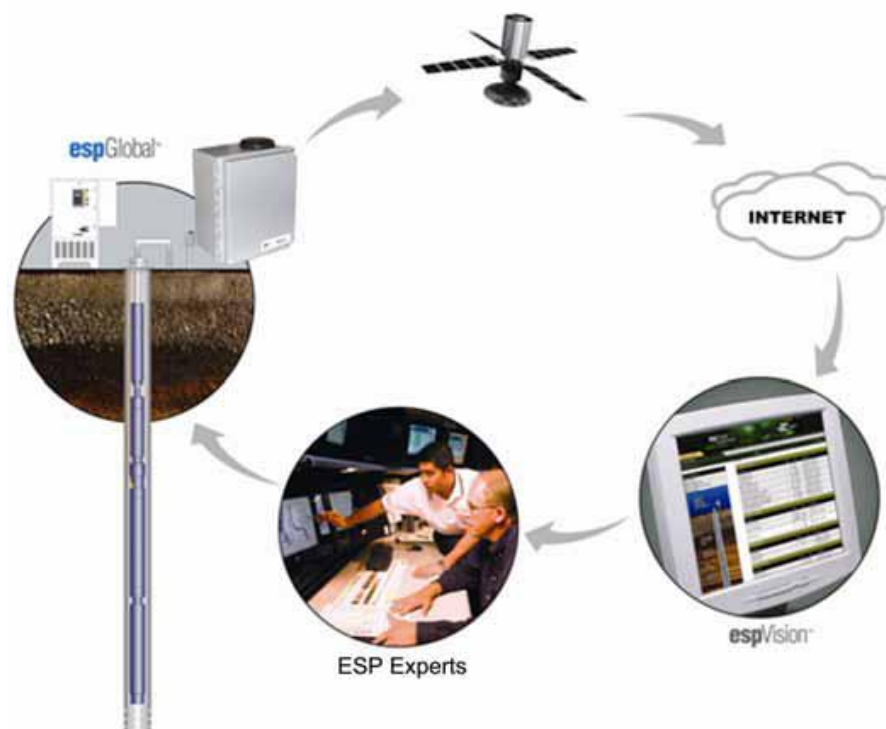


Figura. 2.16. Sistema de monitoreo Satelital con ESP Global.

Para el presente proyecto se decidió implementar el servicio de monitoreo XP Vision. Este sistema permitirá al operador obtener los datos de operación de las bombas ESP en tiempo real, además del control y la supervisión, siendo esta la manera más rápida y eficiente de manejar los equipos en la parte de operaciones.

El sistema es muy flexible y de fácil manejo, es decir, puede remotamente tomar acciones que permitan una mejor operación de los equipos, así mismo, podemos crear distintos tipos de alarmas de los *tags* que se tiene en este sistema, ayudando a identificar de manera rápida los posibles problemas de operación del equipo de fondo o superficie.

En lo referente al tipo de transmisión se procederá a realizar una configuración como la que se observa en la figura 2.17.

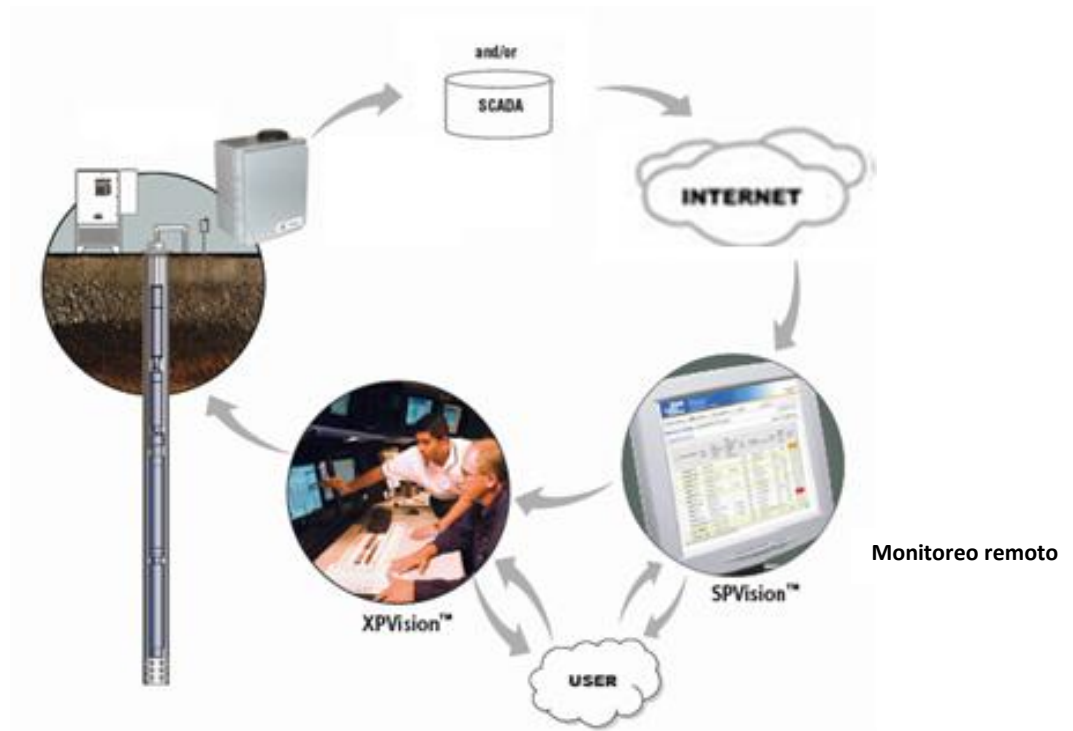


Figura. 2.17. Transmisión de datos desde la ESP hacia el sistema

La transmisión de datos se realiza de la siguiente manera:

- Primero se generan los datos por medio del sensor y el variador.
- Estos datos se obtienen en el SCADA.
- El sistema SCADA genera una base de datos en SQL a través del software Historian.
- La base de datos se la transforma en un archivo de extensión .html y se la envía a una dirección IP fija.
- El usuario ingresa al sistema de monitoreo XP Vision, donde puede encontrar toda la información que se tiene en el SCADA.
- Finalmente, los expertos analizan todos los comportamientos de las variables del equipo, se toma acciones y se las aplica al equipo o al pozo.

CAPÍTULO 3

INTERFAZ HUMANO MÁQUINA

3.1. INTRODUCCIÓN A INTOUCH

El software InTouch ofrece funciones de visualización gráfica que llevan sus capacidades de gestión de operaciones, control y optimización a un nivel completamente nuevo. Aquello que ahora se conoce en la industria como Interface Humano Máquina (HMI de las siglas en inglés Human Machine Interface) comenzó hace más de veinte años con el software InTouch. Ningún otro HMI en el mercado puede compararse al software InTouch en términos de innovación, integridad de arquitectura, conectividad e integración de dispositivos, ruta de migración de versiones de software sin interrupciones y facilidad de uso.

Esto se traduce en sistemas basados en estándares que permiten incrementar al máximo la productividad, optimizar la efectividad del usuario, mejorar la calidad y reducir los costos operacionales, de desarrollo y de mantenimiento.

3.1.1. Beneficios

- Facilidad de uso que le permite a desarrolladores y operarios ser más productivos de manera simple y rápida.
- Gran integración de dispositivos y conectividad, prácticamente todos los sistemas.

- Sus capacidades de representación gráfica y la interacción con sus operaciones permiten entregar la información correcta a las personas adecuadas y en el momento preciso.

3.1.2. Capacidades

- Gráficos de resolución independiente y símbolos inteligentes que visualmente dan vida a la instalación directamente en la pantalla de su computadora.
- Sofisticado sistema de *scripting*¹⁴ para extender y personalizar aplicaciones en función de sus necesidades específicas.
- Alarmas distribuidas en tiempo real con visualización histórica para su análisis.
- Gráficas de tendencias históricas integrada y en tiempo real.

¹⁴ Ver glosario de términos.

3.2. REQUERIMIENTOS BÁSICOS

La siguiente lista de requerimientos de hardware son los recomendados para un rendimiento óptimo del sistema:

- Computador con procesador de 32 o 64 bits y 1.2 GigaHertz o superior.
- Memoria RAM de 1GB o superior.
- Al menos 4GB de espacio libre en el disco duro para sistemas operativos de 32bits o 6GB de espacio libre en disco para sistemas operativos de 64bits.
- Tarjeta de video VGA 1024x768 o superior y el monitor respectivo.
- Controlador de CD-ROM o DVD para la instalación.
- Teclado y mouse.

La tabla 3.1 muestra los sistemas operativos que se puede instalar el software InTouch 10.1.

Tabla. 3.1. Sistemas operativos que soporta InTouch 10.1

Sistema Operativo	Nombre del componente del producto			
	Window Maker	Window Viewer	Archestra IDE	Archestra Run Time
Windows 7 Professional 64-bit	•	•	•	•
Windows 7 Professional 32-bit	•	•	•	•
Windows Server 2008 R2 Standard	•	•	•	•
Windows 2008 Standard 32-bit	•	•	•	•
Windows 2008 Standard 64-bit	•	•	•	•
Windows Vista SP2 Business, Enterprise, or Ultimate	•	•	•	•
Windows Vista SP1 Business, Enterprise, or Ultimate	•	•	•	•
Windows Vista Business, Enterprise, or Ultimate	•	•	•	•
Windows 2003 Standard Server R2	•	•	•	•
Windows 2003 Standard Server SP2	•	•	•	•
Windows 2003 Enterprise Server R2	•	•	•	•
Windows 2003 Enterprise Server SP2	•	•	•	•
Windows XP Professional SP3	•	•	•	•
Windows XP Tablet	•	•		•

3.3. IDENTIFICACIÓN DE FALENCIAS DE LA HMI EN INTOUCH 8.0

Las falencias encontradas en la HMI realizada en InTouch 8.0 son las siguientes:

- Se tiene un diseño diferente de HMI para cada uno de los PAD's¹⁵.
- El sistema de control no puede ser centralizado.
- No se cuenta con una base de datos.
- No existe la posibilidad de monitoreo remoto.
- No se puede manejar tendencias de operación.
- Las alarmas programadas son limitadas.

3.4. DEFINIR NECESIDADES PARA LA NUEVA HMI

Las principales necesidades para la nueva HMI a realizarse en InTouch 10.1 son las siguientes:

- Integración de todos los PAD's en una sola HMI para el control y monitoreo de pozos.
- Configurar el sistema para exportar los datos a Wonderware Historian¹⁶ con el fin de realizar la base de datos.
- Depurar todos los tags innecesarios que se generan al integrar todos los PAD's en una sola HMI.
- Generalizar los tags de escritura y lectura.
- Mejorar los tiempos de *polling*¹⁷ para evitar que se pierdan datos importantes de la aplicación.

15 Ver glosario de términos.

16 Se explica a más detalle el software Wonderware Historian en el capítulo 4.

17 Ver glosario de términos.

3.5. TIPOS DE COMUNICACIÓN

3.5.1. SuiteLink

SuiteLink usa un protocolo basado en TCP/IP y es diseñado específicamente para necesidades industriales tales como integridad de datos, fácil diagnóstico y alto rendimiento. El estándar TCP/IP es soportado en el sistema operativo Windows 7 donde se encuentra la aplicación.

El protocolo usado entre un cliente y el servidor depende de las conexiones y configuraciones de la red.

3.5.2. DAServer

Los DAServer son una aplicación que permite la conectividad con distintos dispositivos tales como controladores lógicos programables, dispositivos seriales, entre otros, para proporcionar la lectura y escritura de datos en tiempo real.

Esta aplicación funciona como servidor y aprovecha los estándares de la industria basada en la tecnología Orchestra, el protocolo SuiteLink y la tecnología OPC o DDE para conectar el software de Wonderware con productos o aplicaciones distintas a las de Orchestra. Además apoyan la conectividad simultánea de múltiples dispositivos a la vez, permitiendo a los usuarios ampliar fácilmente sus HMI existentes.

La comunicación de los dispositivos de campo con el SCADA se lo realiza a través de los DAServer propios de Wonderware.

Para esta aplicación fue necesario realizar la instalación de cuatro DAServer que se listan a continuación:

- ArcestrA.DASABTCP.2
- ArcestrA.DASMBSerial.2
- ArcestrA.DASABCIP.4
- ArcestrA.DASMBTCP.2

3.5.3. ArcestrA.DASABTCP.2

Permite al InTouch acceder a los datos en los controladores programables tales como series SLC-500, PLC-5, y PLC5/250 sobre la red Ethernet. Se puede usar este servidor con los protocolos DDE, OPC o SuiteLink para comunicar con las aplicaciones de Wonderware InTouch.

Para el caso en particular se utiliza el protocolo de comunicación SuiteLink y el PLC-5.

Para realizar la configuración del DASABTCP.2 una vez instalado¹⁸ se debe realizar los siguientes pasos:

- I. Abrir la SMC (System Managment Console) y dirigirse a DAServer Manager. Abrir Default Group/Local/ArcestrA.DASABTCP.2 como se muestra en la figura 3.1.

¹⁸ Ver anexos de instalación.

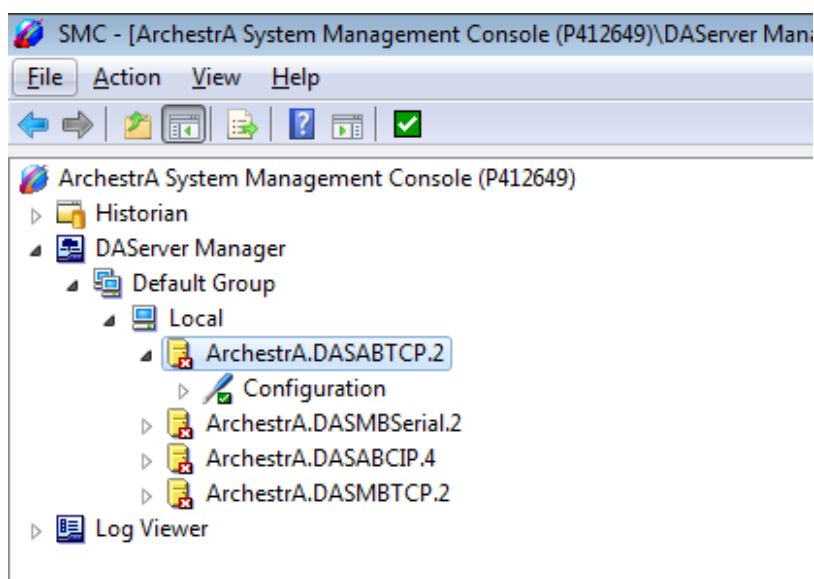


Figura. 3.1. Acceso a la configuración del DASABTCP.2

- II. Sobre *Configuration* se da clic derecho y se escoge *Add New_PORT_TCPIP_000*. Donde aparece el objeto añadido. Se da nuevamente clic derecho sobre *New_PORT_TCPIP_000* y se escoge *Add PLC5_TCPIP Object* como se indica en la figura 3.2

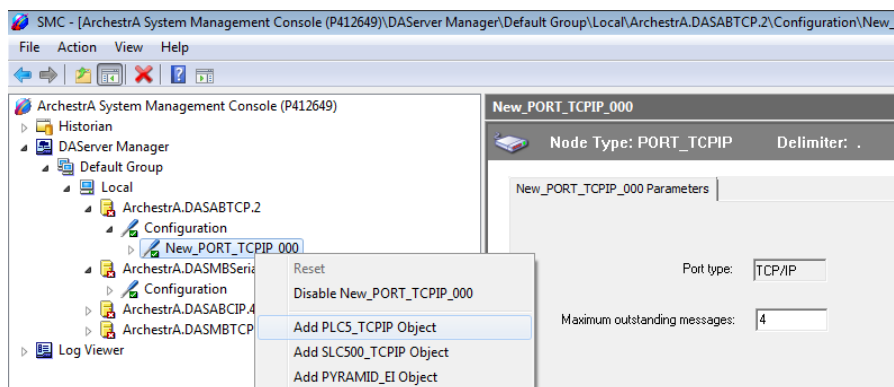


Figura. 3.2. Agregando el tipo de controlador a usarse (PLC-5)

- III. Se procede a configurar los parámetros para que el PLC5 sea reconocido por el *DAServer*. En la figura 3.3 se detallan los parámetros a configurar, en donde:

- **Host name:** Es la dirección IP asignada al PLC5.
- **Data block size:** Es el número de bytes en datos que pueden ser enviados en un mensaje. Por defecto para bloques de lectura es 2000 bytes y para escritura es 220 bytes. Este parámetro se recomienda dejarlo con el valor por defecto.
- **Connection timeout:** Establece el tiempo permitido para realizar la conexión con el dispositivo, en este caso el PLC. Viene dado en milisegundos y su valor por defecto es 2000 milisegundos, lo cual es recomendable.
- **Reply timeout:** Es el tiempo en segundos donde el *DAServer* esperará para reconocer si el mensaje fue enviado. El mensaje será reenviado si el timeout ocurre. Se encuentra configurado en 15 segundos.

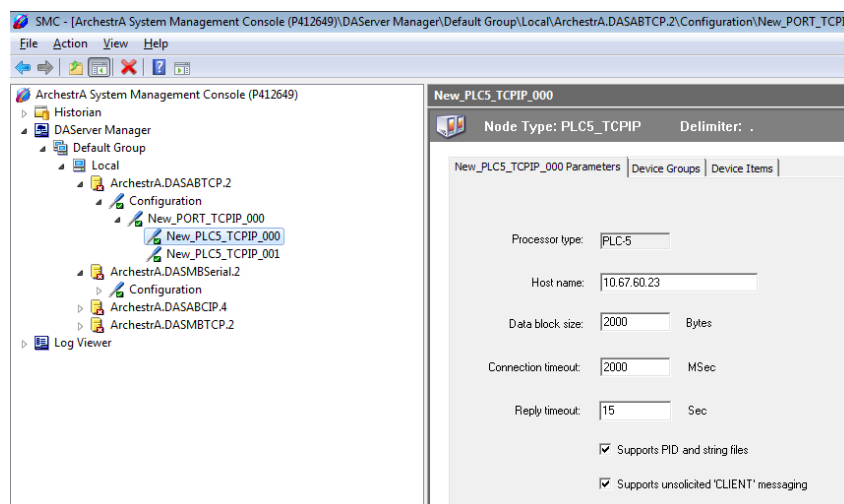


Figura. 3.3. Configurando los parámetros para comunicarse con el PLC-5

Nota: Se pueden añadir hasta 1024 dispositivos al mismo objeto. Para la aplicación se añadió uno más, verificando que la dirección IP sea distinta para que conecte a otro dispositivo.

IV. Finalmente se añade el tiempo de solicitud de datos al dispositivo bajo *Device Groups*. Por defecto viene con un valor de 1000

milisegundos, pero para la aplicación se configuró con un valor de 60000 milisegundos como se señala en la figura 3.4.

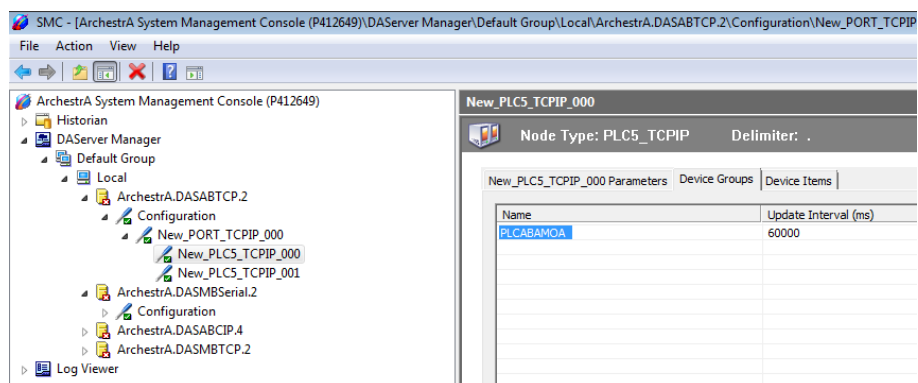


Figura. 3.4. Configurando el tiempo de actualización de los datos

3.5.4. Arcestra.DASMBSerial.2

Permite al InTouch acceder a los datos a través de dispositivos de comunicación serial. Se puede usar este servidor con los protocolos DDE, OPC o SuiteLink para comunicar con las aplicaciones de Wonderware InTouch.

Para esta aplicación se utiliza este DAServer para comunicarse a través de los N-Port DE 311¹⁹.

Para realizar la configuración del DASMBSerial.2 una vez instalado²⁰, se debe realizar los siguientes pasos:

- I. Abrir la SMC (*System Managment Console*) y dirigirse a *DA Server Manager*. Abrir *Default Group/Local/Arcestra.DASMBSerial.2* como se muestra en la figura 3.5.

¹⁹ Ver glosario de términos.

²⁰ Ver anexos de instalación.

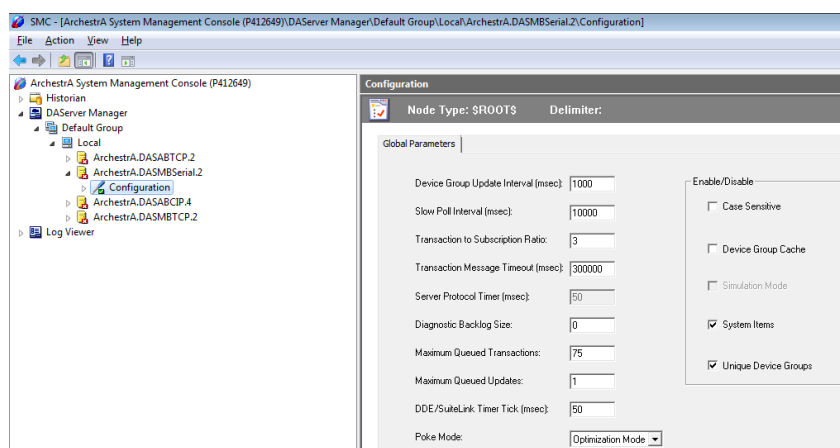


Figura. 3.5. Acceso a la configuración del DASMBSerial.2

- II. Sobre *Configuration* se da clic derecho y se escoge *Add COM_PORT_Object* como se observa en la figura 3.6. Donde aparece el objeto añadido se lo renombra con el número de puerto COM con el que se lo va a identificar.

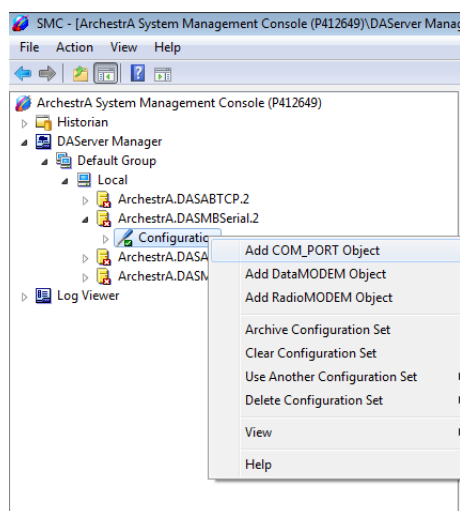


Figura. 3.6. Agregando un puerto COM

- III. Se procede a configurar el puerto COM tal como se presenta en la figura 3.7, en donde:

- **Port Name:** Se debe seleccionar el puerto usado por el DAServer para comunicarse con el N-Port. Un máximo de 96 puertos COM pueden ser creados. El valor por defecto aparece COM 1, pero se lo debe ir cambiando de acuerdo a las necesidades.

- **Reply timeout (sec):** Se ingresa el tiempo en segundos que el DAServer esperará para un reconocimiento. El valor es configurable entre 1 y 300 segundos.
- **Baud rate.-** La tasa de bits selecciona el número de tasa de bits de configuración serial que se transmitirán por segundo. Los valores pueden variar de acuerdo a las necesidades de transmisión. Para la aplicación la tasa de bits usada es de 9600.
- **Parity.-** Es un bit que indica si el número de bits con un valor de 1 en un conjunto de bit es par o impar. Se escoge la opción *none* para este caso.
- **Turnaround delay(milisegundos).-** Especifica el valor del tiempo en milisegundos, entre el último mensaje enviado/recibido y el siguiente recibido/enviado desde/hasta el dispositivo que el DAServer esperará hasta enviar un mensaje de error al dicho dispositivo. El valor puede ser entre 0 y 60000 milisegundos. Se dejó configurado con 10 milisegundos.

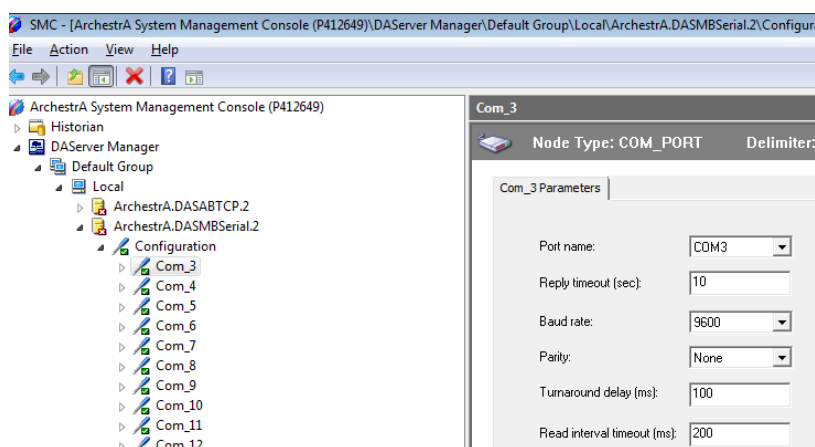


Figura. 3.7. Configuración del puerto COM

- IV. Se da clic derecho sobre *Add Modbus PLC object* como se enseña en la figura 3.8, aquí se lo renombra con el identificativo de cada pozo denominado D##GCS, donde ## pertenece al número del pozo que se desea integrar al sistema.

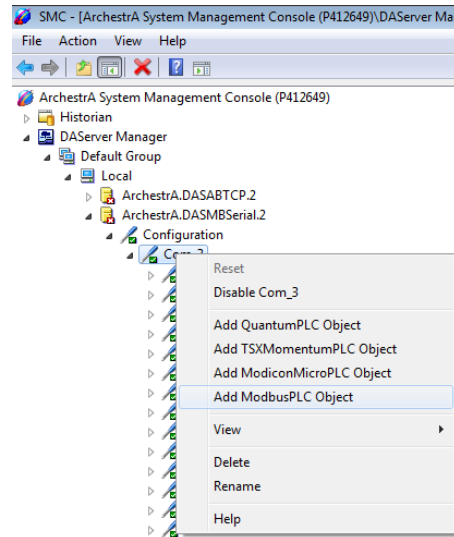


Figura. 3.8. Añadiendo un nuevo objeto dentro del COM

- V. Se procede a configurar los parámetros para que el dispositivo N-Port sea reconocido por el *DAServer*. Los parámetros a configurar se puntualizan en la figura 3.9 , en donde:

Slave address: Es la dirección esclavo para identificar al pozo dentro del mismo N-Port. Así cada pozo que tiene el mismo N-Port se logra diferencia por cada una de las direcciones esclavo. El número máximo permitido es de 247 y el mínimo es de 1.

Los demás valores se recomiendan dejar por defecto ya que referencias a configuraciones en un PLC, y en este caso estamos usando un dispositivo serial N-Port.

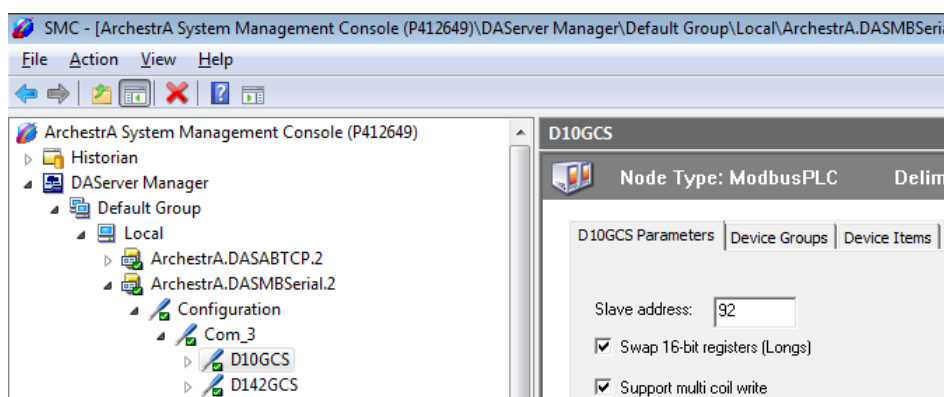


Figura. 3.9. Configuración del esclavo dentro del COM

- VI. Finalmente se añade el tiempo de solicitud de datos al dispositivo bajo *Device Groups*. Por defecto viene con un valor de 1000 milisegundos, pero para la aplicación se configuró con un valor de 60000 milisegundos como se muestra en la figura 3.10.

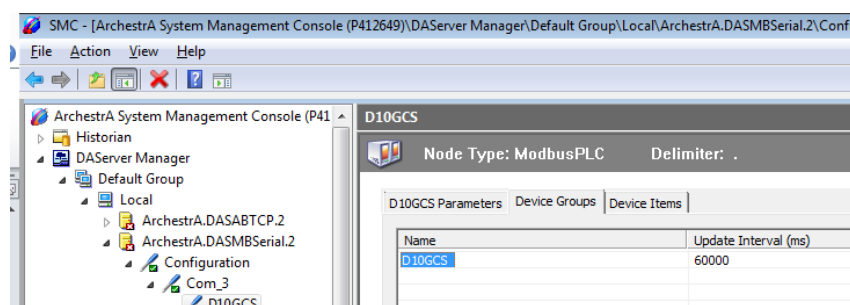


Figura. 3.10. Configuración del tiempo de actualización de datos

- VII. Esta configuración se la repite para el número de PORT COM que se necesite, con un valor máximo de 96.

3.5.5. ArchestrA.DASABCIP.4

La conexión a través de este DAServer permite soportar controladores a través de una red Ethernet/IP usando el protocolo de comunicación industrial (CIP).

Este DAServer permite conectarse a los controladores Allen-Bradley descritos a continuación:

- ControlLogix
- GuardLogix
- SoftLogix 5800
- CompactLogix
- FlexLogix
- MicroLogix

Para esta aplicación se tiene un PLC Allen Bradley de la serie 1756-ENET, el Logix 5000.

Para realizar la configuración del DASABCIP.4 una vez instalado²¹, se debe realizar los siguientes pasos:

- I. Abrir la SMC(*System Management Console*) y dirigirse a *DA Server Manager*. Abrir *Default Group/Local/ArchestrA.DASABCIP.4* como se ve en la figura 3.11.

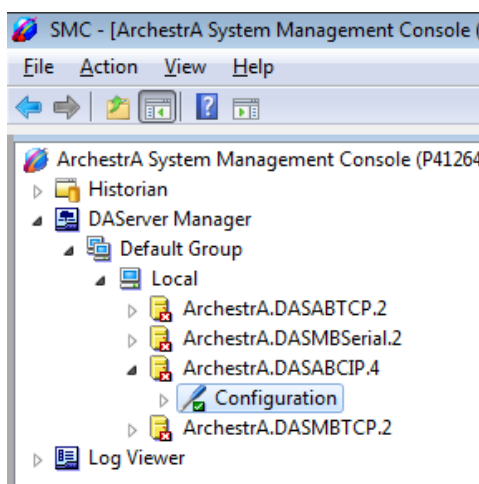


Figura. 3.11. Acceso a la configuración del DASABCIP.4

- II. Sobre *Configuration* se da clic derecho y se escoge *Add New_PORT_CIP*, luego clic derecho y se escoge *Add New_ENB_CLX* como se aprecia en la figura 3.12, en donde:

²¹ Ver anexos de instalación.

Module type: Información generada automáticamente por el DAServer que se refiere al tipo de módulo en el PLC.

Host Name: Se debe escribir la IP de destino, en este caso del módulo 1756-ENET referente al Logix 5000.

Connection Timeout: Es el tiempo en milisegundos para establecer una conexión con el socket del dispositivo o PLC. El valor asignado en este caso es de 2000 milisegundos.

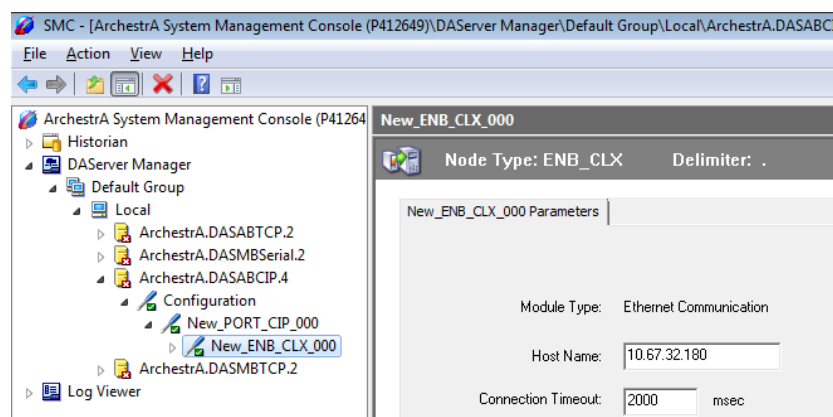


Figura. 3.12. Configurando el módulo de comunicación

- III. Clic derecho sobre New_ENB_CLX_000 y se escoge Add BACKPLANE_ CLX Object como se señala en la figura 3.13. Sobre el nuevo objeto creado damos clic derecho y se escoge Add LOGIX5000_CLX Object, que se refiere al tipo de PLC usado.

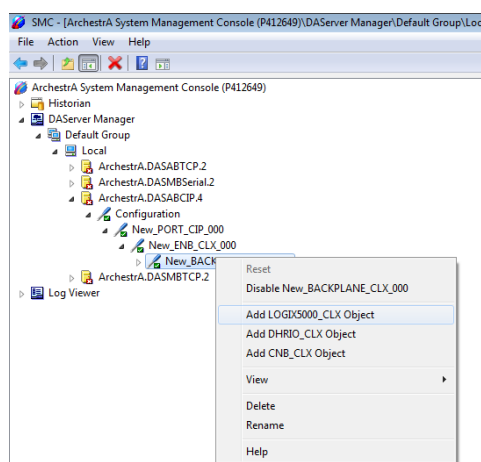


Figura. 3.13. Configuración del puerto COM

- IV. Una vez añadido el Logix 5000, se procede a configurar sus parámetros como se establece en la figura 3.14, en donde:

Processor Type: Es la información que provee automáticamente el DAServer.

Slot Number: Indica en que slot reside el módulo de control en el backplane²². Puede ser entre 0 y 16, pero en la mayoría de los casos es el slot 0.

Reply timeout: Es el tiempo en segundos donde el DAServer esperará para el reconocimiento luego de que el mensaje sea enviado. El mensaje será reenviado cuando este tiempo transcurra. El rango de este parámetro es entre 1 y 300 segundos. Se ha dejado el valor de 15 segundos para esta configuración.

Max CIP connections: Es el número máximo de conexiones CIP que pueden ser originadas por el DAServer al PLC. Se encuentra configurado con un valor de 4.

Optimization: Permite optimizar la comunicación con el PLC. Se encuentra configurado con *Optimize for startup time*. Esta opción

²² Ver glosario de términos.

provee un mejor desarrollo, ya que todos los tags son accedidos desde el procesador Logix usando una tabla de localización de memoria del PLC. Con esta opción además tenemos la auto sincronización de todos los tags.

Auto Load Tags: Permite actualizar los tags automáticamente de la base de datos de los tags del procesador Logix.

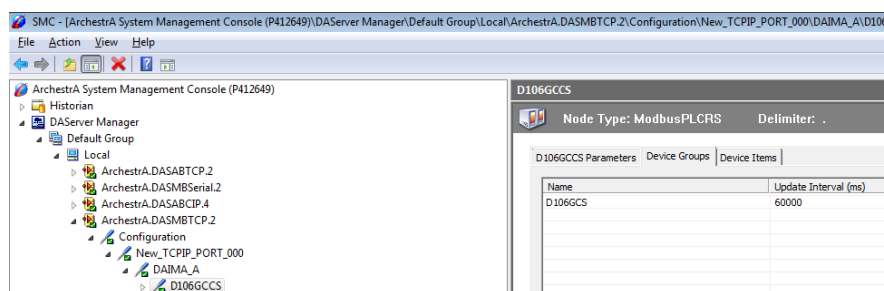


Figura. 3.14. Configuración del procesador Logix 5000.

- V. Al igual que en los otros DAServer se cambia el tiempo de actualización a 60000 milisegundos en la pestaña *Device groups*.

3.5.6. ArchestrA.DASMBTCP.2

Permite al InTouch acceder a los datos de los dispositivos que usan protocolo de comunicación Modbus TCP. Para esta aplicación se utiliza dispositivos N-Port DE 6110²³.

Para realizar la configuración del DASMBTCP.2 una vez instalado²⁴ se debe realizar los siguientes pasos:

- I. Abrir la SMC (System Management Console) y dirigirse a DAServer Manager. Abrir Default Group/Local/ArchestrA.DASMBTCP.2 como se muestra en la figura 3.15.

²³ Ver glosario de términos.

²⁴ Ver anexos de instalación.

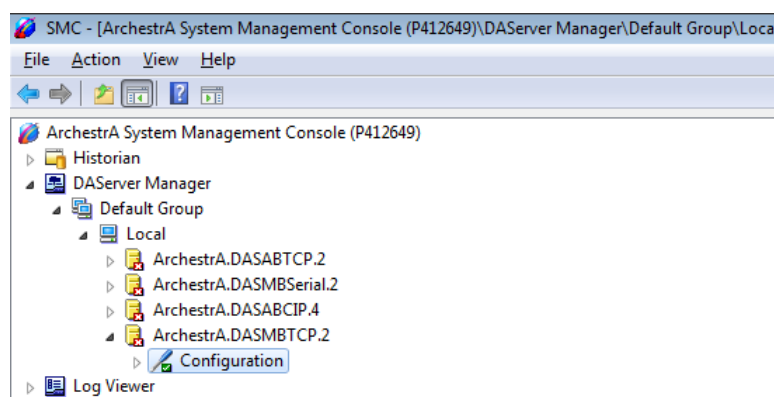


Figura. 3.15. Acceso a la configuración del DASMBTCP.2

- II. Sobre *Configuration* se da clic derecho y se escoge *Add New_TCPIP_PORT_000*. Se da nuevamente clic derecho sobre *New_TCPIP_PORT_000* y se escoge *Add ModbusBridge Object* como se enseña en la figura 3.16.

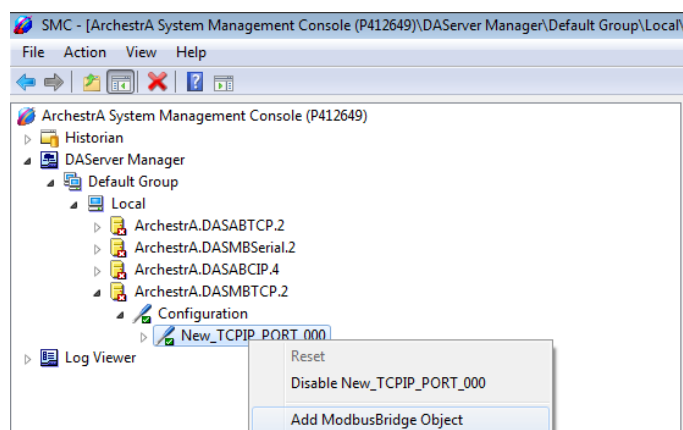


Figura. 3.16. Configuración del DASMBTCP

- III. Sobre el nuevo *ModbusBridge* el cual se lo puede renombrar de ser necesario se da clic derecho y se escoge *Add Modbus PLCRS* como se observa en la figura 3.17, en donde:

PLC unit ID: Es el identificador dentro del dispositivo, para el caso del N-Port es la dirección esclavo el cual permite conocer a que VSD se conecta. Este valor puede ser entre 1 y 255.

Reply timeout: Es el tiempo en segundos donde el DAServer esperará para el reconocimiento luego de que el mensaje sea enviado. El mensaje será reenviado cuando este tiempo transcurra. El rango de este parámetro es entre 1 y 300 segundos. Se ha dejado el valor de 15 segundos para esta configuración

Bit order format: Es el formato aplicado al mensaje enviado, ya sea en forma ascendente o descendente, de esta manera el bit 16 puede ser el más significativo o menos significativo respectivamente.

Register Size: Selecciona el registro correcto para el dispositivo. Para esta aplicación se escoge 5 dígitos ya que representa a un dispositivo genérico Modbus.

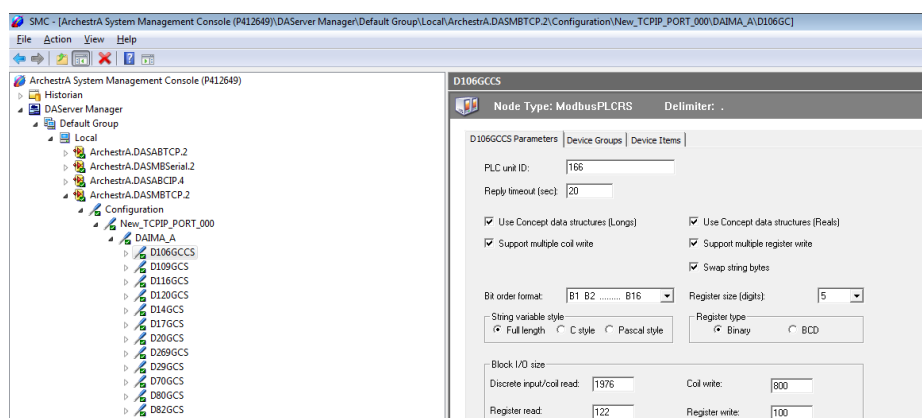


Figura. 3.17. Configuración de la unidad en el DASMBTCP

- IV. Finalmente se añade el tiempo de solicitud de datos al dispositivo bajo *Device Groups*. Por defecto viene con un valor de 1000 milisegundos, pero para la aplicación se configura con un valor de 60000 milisegundos como se ilustra en la figura 3.18.

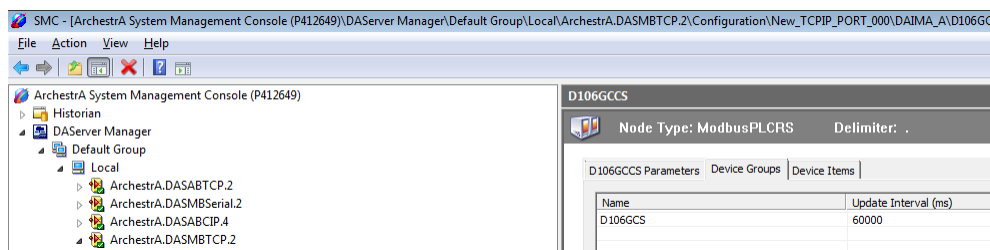


Figura. 3.18. Configuración del tiempo de actualización de datos del DASMBTCP

3.6. VARIABLES DEL SISTEMA

En la tabla 3.2 se observa la lista de variables a utilizarse en la HMI. Donde el símbolo ## se remplaza por el identificativo de cada uno de los pozos y de esta manera se logre diferenciar en los DAServer.

Tabla. 3.2. Variables utilizadas en el SCADA

VARIABLES CONTROLADOR GCS + SENSOR WELL LIFT	
Tags Analógicos	Descripción
D##GCS_ACCEL_F0R60_HZ	Tiempo de aceleración a F=60Hz
D##GCS_AMBIENT_TEMP	Temperatura ambiente presentada por el sensor
D##GCS_ANALOG1	Presión de intake presentada por el sensor
D##GCS_ANALOG2	Temperatura de Intake presentada por el sensor
D##GCS_ANALOG3	Temperatura de motor presentada por el motor
D##GCS_BAUD_RATE	Rango de bits por segundo del puerto RS-232
D##GCS_CAUSE_LAST_SHUTDOWN	Causa de la última parada
D##GCS_COMMUNICATIONS_PROTOCOL	Protocolo de comunicación = MODBUS
D##GCS_DECCEL_F0R60_HZ	Tiempo de desaceleración a F=60Hz
D##GCS_DISCHARGE_PRESSUERE	Presión de descarga presentada por el sensor
D##GCS_DOWN_TIME_DAYS	Tiempo de apagado en días
D##GCS_DOWN_TIME_HOURS	Tiempo de apagado en horas
D##GCS_DOWN_TIME_MINUTES	Tiempo de apagado en minutos
D##GCS_DRIVE_MODEL_NO	Número de modelo del Variador
D##GCS_ELECTRONIC_TEMP	Temperatura electrónica del sistema
D##GCS_HIGH_SPEED_CLAMP	Máxima frecuencia permitida
D##GCS_IA_MOTOR	Corriente escalada de salida en la fase A
D##GCS_IB_MOTOR	Corriente escalada de salida en la fase B
D##GCS_IC_MOTOR	Corriente escalada de salida en la fase C
D##GCS_INVERTER_PID_CNTRL_MODE	Modo de control PID
D##GCS_KEYPAD_INVERT_FREQ	Setpoint de frecuencia
D##GCS_LOW_SPEED_CLAMP	Frecuencia mínima permitida
D##GCS_NUMBER_OF_STARTS	Número de auto arranques intentados
D##GCS_OUTPUT_FREQ	Frecuencia de operación
D##GCS_OVERLOAD_HI_THLD	Setpoint de sobrecarga
D##GCS_OVERVOLT_HI_THLD	Setpoint de sobre voltaje
D##GCS_PWR_OUTPUT_KVA	Potencia de salida en KVA
D##GCS_PWR_OUTPUT_KW	Potencia de salida en KW
D##GCS_PWR_UNBAL_OUTPUT_AMPS	Porcentaje de desbalance de corriente del equipo de fondo
Variab;D##GCS_REAL_TIME_DAY_OF_WEEK	Día de la semana en números. Domingo=1

D##GCS_REAL_TIME_HOURS	Hora actual
D##GCS_REAL_TIME_MINUTES	Minutos actuales
D##GCS_REAL_TIME_MONTH	Mes actual
D##GCS_REAL_TIME_SECONDS	Tiempo en segundos
D##GCS_REAL_TIME_YEAR	Año actual
D##GCS_RTU_ADDRESS	Dirección RTU en el VSD
D##GCS_RUN_FREQUENCY	Setpoint de frecuencia para control de la operación
D##GCS_RUN_TIME_HOURS	Tiempo de operación desde el último arranque
D##GCS_RUNNING_ILIMIT	Corriente límite de operación del motor
D##GCS_RUNTIMEDAYS__LASTRESTAR	Control de tiempo de operación
D##GCS_STARTS_ACCUMULATOR	Acumulador de número de arranques
D##GCS_SYS_CURRENT	Corriente de los componentes electrónicos
D##GCS_TOTAL_DOWN_TIME_DAYS	Tiempo de apagado en días
D##GCS_TOTAL_DOWN_TIME_HOURS	Tiempo de apagado en horas
D##GCS_TOTAL_DOWN_TIME_MINUTES	Tiempo de apagado en minutos
D##GCS_TOTAL_RUN_TIME_HOURS	Tiempo de operación en horas
D##GCS_UNDERLOAD_LO_THLD	Setpoint de baja carga
D##GCS_UNDERVOLD_LO_THLD	Setpoint de bajo voltaje
D##GCS_VAB_MOTOR	Voltaje AB del variador
D##GCS_VAB_SCALED	Voltaje AB del motor
D##GCS_VBC_SCALED	Voltaje BC del motor
D##GCS_VCA_SCALED	Voltaje CA del motor
D##GCS_VIBRATION_X	Vibración en X del eje
D##GCS_VIBRATION_Y	Vibración en Y del eje
D##GCS_VOLTAGE_PHASE_A	Voltaje fase A-tierra
D##GCS_VOLTAGE_PHASE_B	Voltaje Fase B-tierra
D##GCS_VOLTAGE_PHASE_C	Voltaje Fase C-tierra
D##GCS_VOLTS_AT60_HZ	Voltaje a 60Hz
D##GCS_VUNBAL	Calidad de energía de entrada
D##GCS_WELLHEAD_VSD	Presión de cabeza.

VARIABLES CONTROLADOR GCS + SENSOR WELL LIFT	
Tags Discretos	Descripción
D##GCS_COM_STATUS	Permite conocer el estado del N-Port
D##GCS_CONTACTOR	Equipo operando
D##GCS_IUNBAL_SD_ALARM	Alarma de apagado por sobre corriente
D##GCS_OVERLOAD_SD_ALARM	Alarma de apagado por sobrecarga
D##GCS_OVERVOLT_SD_ALARM	Alarma de apagado por sobre voltaje
D##GCS_RED_LIGHT	Luz roja de apagado
D##CS_RUN_STATUS	Equipo operando
D##GCS_SCADA_START	Permite arrancar el equipo

D##GCS_SCADA_STOP	Permite detener el equipo
D##GCS_UNDERLOAD_SD_ALARM	Alarma de apagado por baja carga
D##GCS_UNDERVOLT_SD_ALARM	Alarma de apagado por bajo voltaje
D##GCS_VUNBAL_SD_ALARM	Alarma de apagado por voltaje desbalanceado

3.7. ALARMAS PROGRAMADAS

Las alarmas programadas que activan en el SCADA son las siguientes:

3.7.1. Alarma de presión de Intake

Cuando se tiene un incremento o disminución de presión de Intake de acuerdo a cada pozo se haya configurado. Por defecto se dejó la alarma de presión de Intake que se active cuando sea menor a 520 psi, la figura 3.19 muestra el mensaje que aparece en caso que se active esta alarma, donde se mostrará el nombre del pozo y el valor de la presión.



Figura. 3.19. Alarma de baja presión de fondo

3.7.2. Alarma de temperatura de motor

La alarma de temperatura de motor está configurado que se active cuando sobrepase los 295°F, y mostrara el nombre del pozo y el valor de la temperatura actual como se aprecia en la figura 3.20.



Figura. 3.20. Alarma de alta temperatura de motor

3.7.3. Alarma cuando se sale del SCADA

Existe una alerta programada cuando se desea salir de la aplicación que informa que va a dejar de correr el SCADA, cabe recalcar que para salir de la aplicación es necesario que tenga permisos de administrador del SCADA. Esta ventana se la presenta en la figura 3.21.



Figura. 3.21. Alerta de salida de la aplicación

3.7.4. Alarma de inactividad en el SCADA

Cuando se ingresa como administrador se tiene acceso a varios privilegios como el arrancar o detener un equipo, por tal motivo se creó una alarma que deshabilita al usuario administrador luego de un cierto tiempo de no usar la aplicación, esto se lo realiza por si el administrador olvida cerrar la sesión de usuario. Para configurar los tiempos de inactividad se lo realiza en la ventana de propiedades de WindowViewer, como se constata en la figura 3.22 donde se tiene dos parámetros: Warning que es el tiempo en segundos en el que se activará el mensaje

y el Timeout que hará salir de la cuenta de administrador que esté habilitada en ese preciso momento.

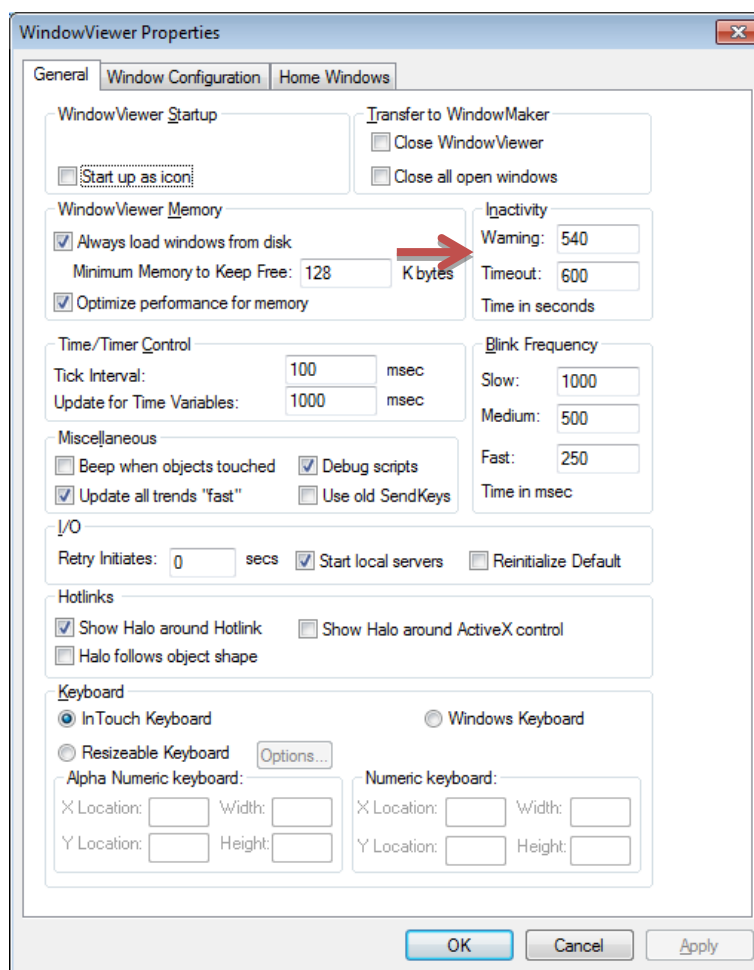


Figura. 3.22. Configuración de los tiempos de inactividad

Para que esta ventana se active es necesario crear un script, el mismo que nos indica que las condiciones programadas se han cumplido. En el siguiente script se observa la condición que debe cumplir para que se active dicha ventana.

```
IF $InactivityWarning ==1 AND $AccessLevel >0 THEN
    Show "Warning_Logoff";
ENDIF;
```

Una vez que se cumpla la condición, la ventana de la figura 3.23 aparecerá.



Figura. 3.23. Alerta al deshabilitar al usuario por falta de actividad

Para deshabilitar la sesión iniciada por inactividad se debe realizar un script que cumpla dicha función. El script que se tiene programado es el siguiente:

```
IF $InactivityTimeout ==1 AND $AccessLevel >0 THEN
  Hide "Warning_Logoff";
  Show "Logoff";
  $OperatorEntered = "None";
  $PasswordEntered = "";
ENDIF;
```

La pantalla de aviso que ha sido deshabilitado aparecerá y el nivel de acceso del usuario es igual a 0. En la figura 3.24 se enseña el mensaje que aparecerá cuando se cumplan las condiciones del script.



Figura. 3.24. Mensaje de usuario deshabilitado por falta de actividad

Una alarma muy importante es la de aviso de apagado de equipo. Es necesaria una condición de script, donde la condición es la siguiente:

```
D##GCS_RUN_STATUS==0 //Identifica si el equipo se apago
Show "SHUTDOWN DRIVE" //Muestra la ventana de aviso de apagado
POZO=56; //Permite conocer el nombre del pozo que se apagó.
```

Una vez cumplida la condición aparecerá la ventana de aviso de equipo apagado con el mensaje “Shutdown Pozo ##” como se ilustra en la figura 3.25, donde el símbolo ## indicara el pozo correspondiente.



Figura. 3.25. Mensaje de equipo detenido

3.8. ACTUALIZACIÓN DE INTERFAZ HUMANO MÁQUINA EN INTOUCH 10.1

Para realizar la actualización es importante tomar en cuenta todas las falencias presentadas en la anterior aplicación. (Ver 3.3)

Parte de la actualización es la de mejorar los tiempos de transmisión de datos desde los dispositivos en campo hacia el SCADA. Para ello se procede a explicar cómo se debe configurar estos tiempos a través de los DAServer.

Para cambiar los tiempos de actualización nos dirigimos hacia la consola de manejo del sistema conocida como SMC tal como se expone en la figura 3.26 Se debe cambiar el tiempo a 60000 milisegundos que por defecto viene con un valor de 1000 milisegundos. Esto se lo aplica a cada una de los DAServer.

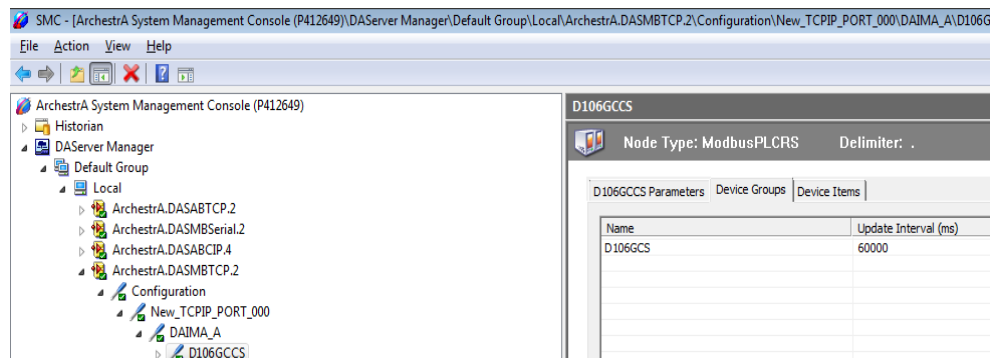


Figura. 3.26. Configuración de tiempo de actualización de datos

En la figura 3.27 se presenta la pantalla principal del SCADA. La misma cuenta con las casillas para el ingreso de usuario y contraseña. Además se visualiza el nombre del operador actual que tiene abierta la sesión, el nivel de acceso respectivo, la fecha y hora actual.



Figura. 3.27. Pantalla principal del SCADA

Los campos a llenar y los botones presentes en la pantalla principal se explican a continuación:

- **Usuario:** Se debe ingresar los nombres de usuario creado en el sistema.
- **Contraseña:** Se ingresa la contraseña de acuerdo al usuario registrado.

- **Principal:** Este botón permite regresar a la pantalla principal cuando se encuentra navegando una ventana diferente a la principal.
- **PAD's²⁵:** Ingresa a la pantalla donde se encuentran cada uno de los PAD's.
- **Alarmas activas:** Permite conocer las alarmas que se encuentran activas y el estado de las mismas, es decir si han sido reconocidas o no.
- **Salir:** Esta opción permite salir de la aplicación, pero se encuentra habilitada solo para los usuarios que tengan acceso de administradores. Las cuentas de los operadores no les permiten salir de la aplicación.
- **Desactivar:** Este botón es visible cuando se ingresa a nivel de administrador, y permite al usuario desactivar el nivel de acceso una vez que termine de hacer uso de aplicación. Esto con el fin de quitar los privilegios a los demás usuarios.

Para poder ingresar a una ventana a través de un botón, se debe dar doble clic sobre el botón y se escoge la opción de Show Window como se enseña en la figura 3.28. Esta configuración se aplica en todos los botones que hacen referencia a otra ventana dentro de toda la aplicación del SCADA.

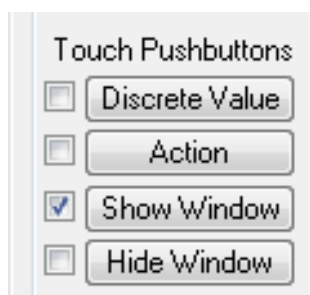


Figura. 3.28. Acceso a una nueva ventana a través de un botón

25 Ver glosario de términos

Luego se procede a escoger la ventana que se desea abrir, por ejemplo la pantalla principal como se indica en la figura 3.29 y se procede a dar clic en OK. De esta manera se ha logrado enlazar el botón con la ventana llamada Principal.

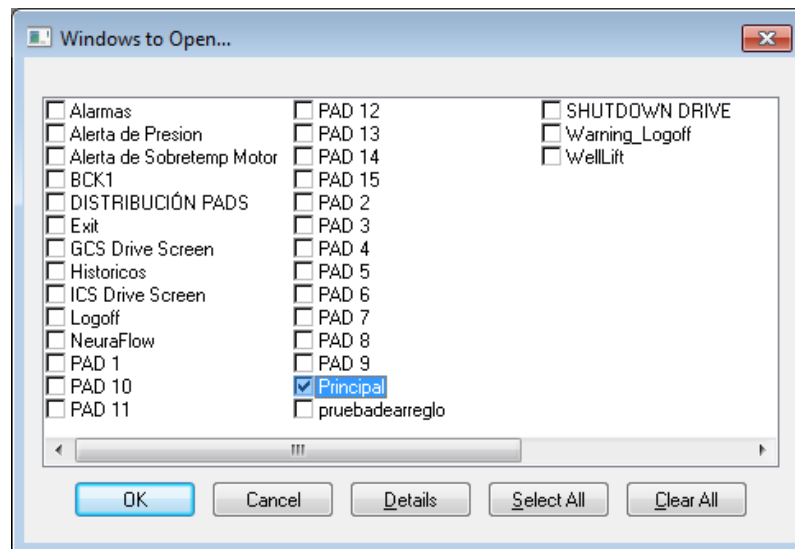


Figura 3.29. Selección de la ventana que se desea visualizar

Al momento de ingresar a la ventana donde se encuentran los PAD's se observa la distribución de los mismo tal como se visualiza en la figura 3.30, para esta aplicación se tiene 15 PAD's, en donde cada uno de ellos difiere en el número de pozos que contiene. Esto facilita identificar el acceso al pozo que el usuario desea ingresar, solo necesita conocer a que PAD pertenece el pozo que necesita.

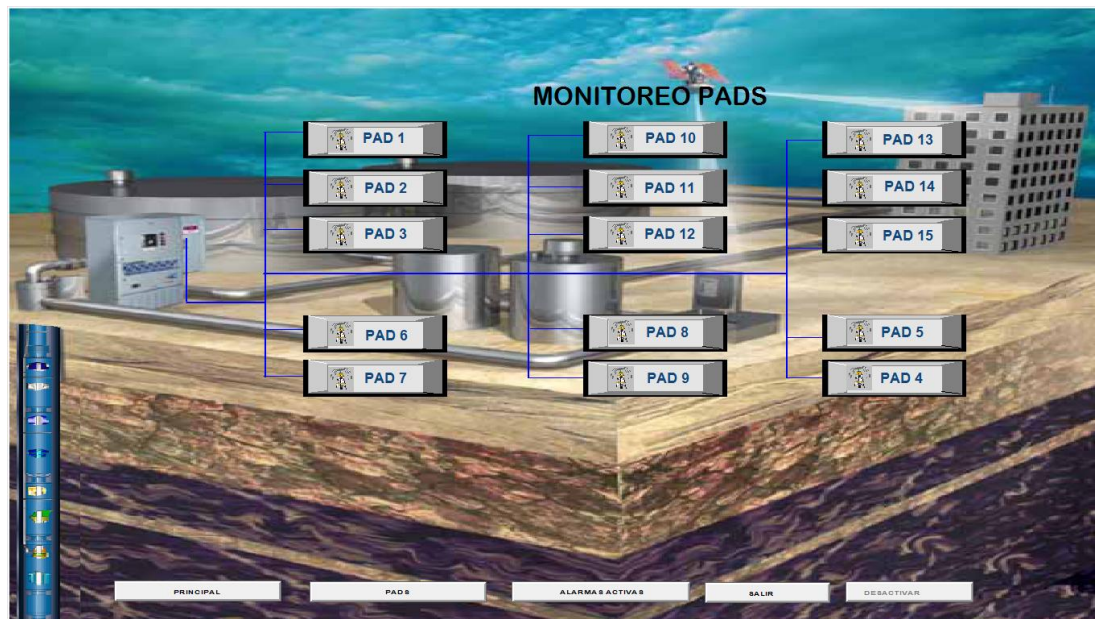


Figura. 3.30. Distribución de los PAD's

La figura 3.31 pertenece al PAD 1, contiene los mismos botones de la pantalla principal y 7 botones que representan cada pozo. Cada uno de ellos tiene un círculo a la derecha del nombre, el mismo que puede ser de color verde, amarillo o rojo. A continuación se explica el significado de cada uno de los colores:

- **Verde:** El pozo se encuentra en estado normal
- **Amarillo:** El pozo tiene activado una alarma ya sea por alta temperatura de motor o baja presión de intake.
- **Rojo:** El pozo se encuentra apagado.



Figura. 3.31. Distribución de los pozos dentro de un PAD

Para acceder a cada uno de los pozos se tiene un identificador que es D##GCS, donde el ## es un número y permite que los DAsServer identifiquen la dirección esclavo dentro de la red.

Además se debe crear los tags necesarios para el monitoreo de un nuevo pozo. Para ello se debe seguir los siguientes pasos:

- I. Crear los Access Names. Para esto se debe ir a tools y bajo configure se escoge Access Names como se determina en la figura 3.32.

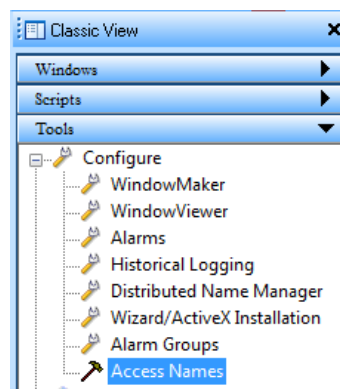


Figura. 3.32. Creación de Access Name

- II. Se escoge Add y se crea los nuevos Access Name, teniendo en cuenta el identificativo y el tipo de aplicación que utiliza. Para los pozos que están conectados con los N-Port DE 311 el Application Name que se usa es DASMBSERIAL y para los que usan los N-Port DE 611 se usa el DASMBTCP, adicional se escoge el protocolo de comunicación SuiteLink, la figura 3.33 hace referencia a la creación de los Access Name.

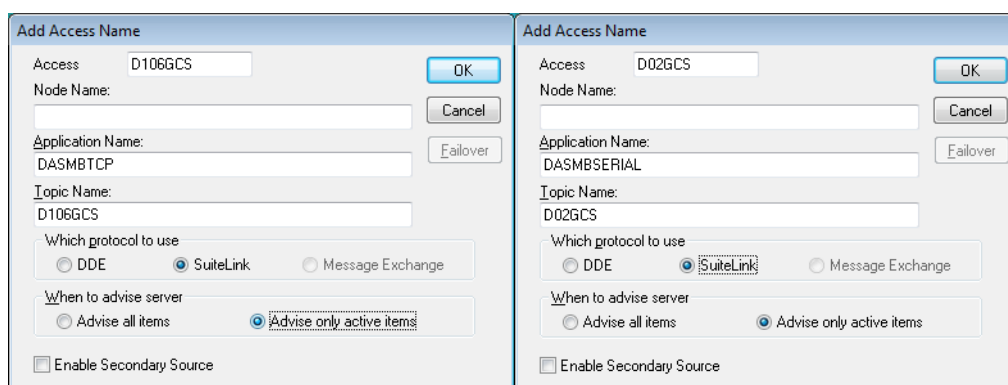


Figura. 3.33. Configurando un nuevo Access Name

- III. El siguiente paso a realizar es la creación del grupo de alarmas. Se debe acceder a Tools y se escoge Alarm Groups como se visualiza en la figura 3.34

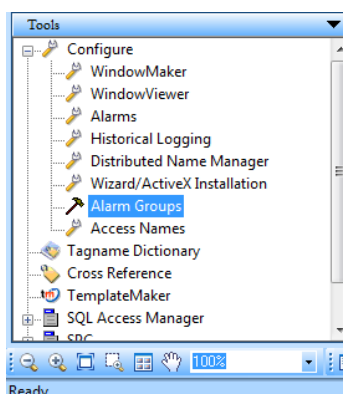


Figura. 3.34. Creación de los grupos de alarmas

- IV. Se escoge la opción Add y procedemos a crear el grupo respectivo con el identificativo, adicional en Parent Group se escoge \$System como se describe en la figura 3.35.

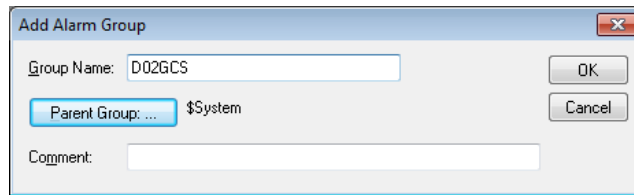


Figura. 3.35. Creación de un grupo de alarma

- V. Una vez creado el *Access Name* y *Alarm Group* se procede a la creación de los tags. Nos dirigimos a *Tools* y se escoge *Tagname Dictionary*. Una vez ingresado se da clic sobre new para proceder a crear el tag, esto se muestra en la figura 3.36, en donde:

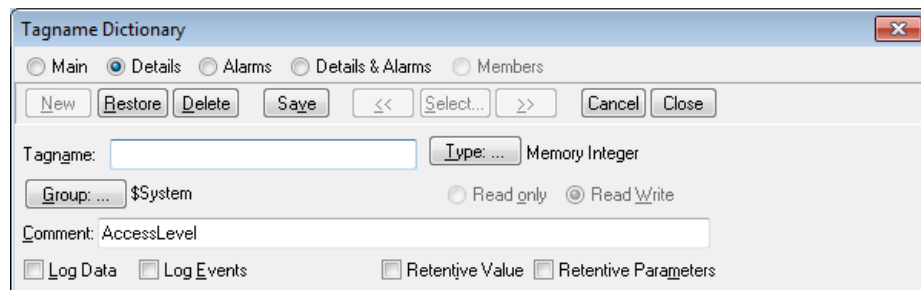


Figura. 3.36. Creación de un nuevo tag

- **Tagname:** Es el nombre que se va a dar al tag
- **Type:** Es el tipo de tag que se va a crear. En la figura 3.37 se muestra todos los tipos de tag que se pueden escoger de acuerdo a las necesidades.

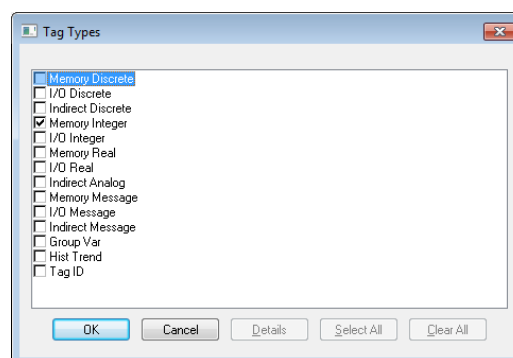
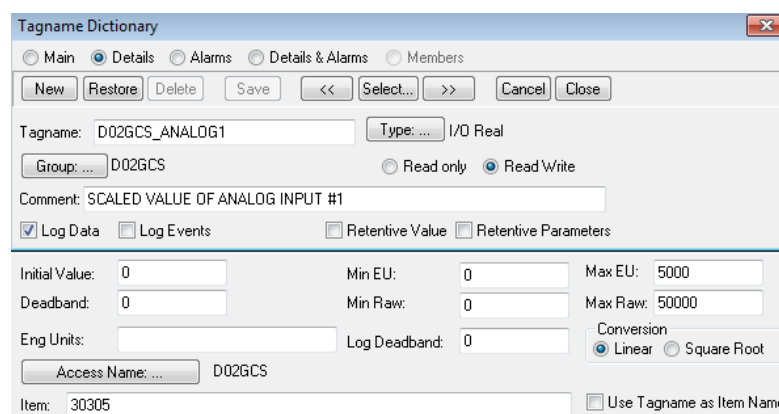


Figura. 3.37. Tipos de tag

- **Group:** Se escoge el grupo de alarma respectivo.
- **Access Name:** Se escoge el Access Name creado para dicho tag.
- **Item:** Este valor es muy importante ya que se refiere al valor del registro dentro del VSD²⁶. Por lo que se debe ingresar correctamente para asociar al tag deseado.

Como ejemplo en la figura 3.38 se muestra que el registro asociado al tag D02GCS_Analog1 es el 30305. Este tag como se explicó anteriormente en la tabla 3.2 se refiere a la presión de Intake leída por el sensor, por ende se refiere a un valor analógico. Al ser un valor analógico el tipo de tag es un I/O real.



The screenshot shows the 'Tagname Dictionary' dialog box with the following configuration:

- Tab: Details
- Buttons: New, Restore, Delete, Save, Select..., Cancel, Close
- Tagname: D02GCS_ANALOG1
- Type: I/O Real
- Group: D02GCS
- Read/Write: Read/Write (selected)
- Comment: SCALED VALUE OF ANALOG INPUT #1
- Log Data: checked
- Log Events: unchecked
- Retentive Value: unchecked
- Retentive Parameters: unchecked
- Initial Value: 0
- Min EU: 0
- Max EU: 5000
- Deadband: 0
- Min Raw: 0
- Max Raw: 50000
- Eng Units: (empty)
- Log Deadband: 0
- Conversion: Linear (selected), Square Root (unselected)
- Access Name: D02GCS
- Item: 30305
- Use Tagname as Item Name: unchecked

Figura. 3.38. Creación de un nuevo tag analógico

En caso que se desea crear un tag discreto se debe escoger I/O discreto y lo demás es similar, recordando siempre que se debe escoger en el ítem el registro correspondiente al tag, en la figura 3.39 se hace referencia al tag que permite apagar el equipo que es el 00539.

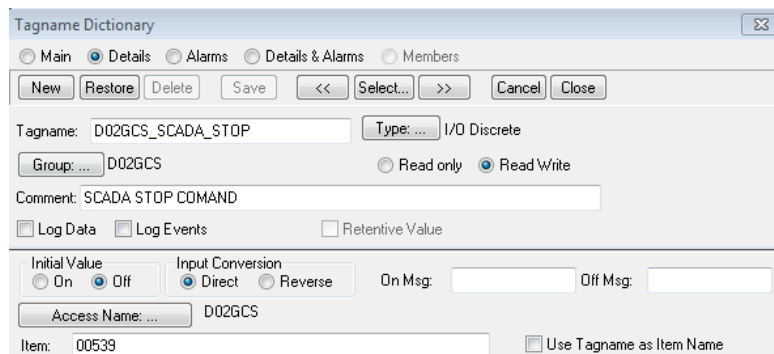


Figura. 3.39. Creación de un nuevo tag discreto

Una vez creado todos los tags necesarios para un pozo se procede a realizar la programación. Se da doble clic sobre el botón de acceso del pozo y se escoge Action como se enseña en la figura 3.40.

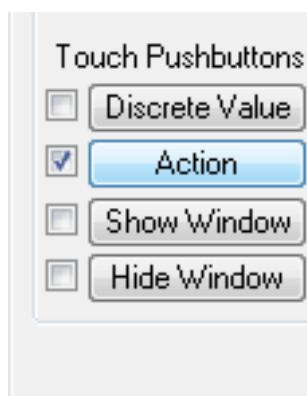


Figura. 3.40. Configuración del botón que accede al pozo

A continuación se despliega una nueva ventana del script, en esta parte es donde se debe introducir la programación para poder realizar el llamado a cada uno de los objetos necesarios para visualizar la pantalla del pozo tal como se evidencia en la figura 3.41.

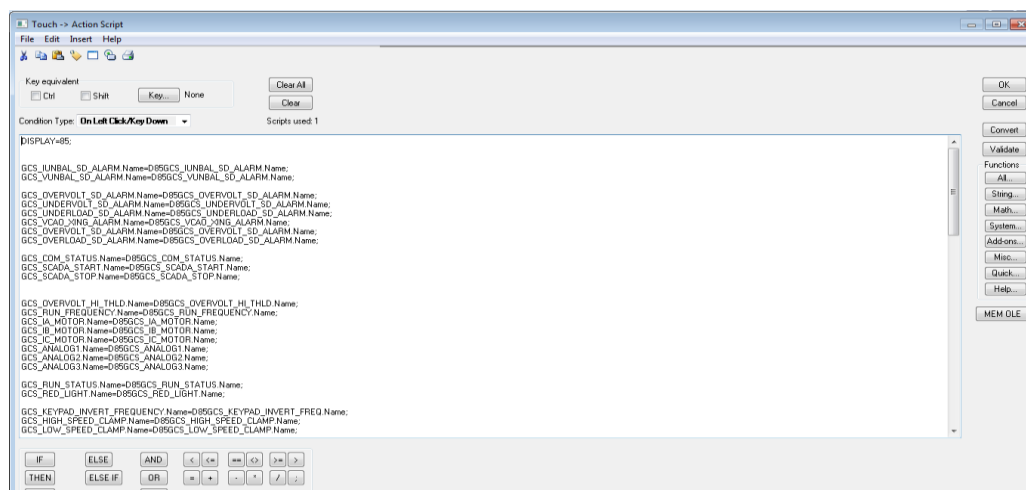


Figura. 3.41. Ventana de script donde se ingresa la programación de cada pozo

En el anexo B se adjunta las líneas de programación necesarias para la creación de un nuevo pozo. La programación realizada consiste en llamar cada una de las variables creadas que van a usarse en un pozo en particular. Se crea simplemente los tags con el identificador de cada pozo para poder diferenciarlo.

Como se explicó anteriormente el símbolo ## representa el identificador del pozo. Se dejó este símbolo para que sea una forma genérica de explicar la programación, mas no representa la programación real aplicado a un pozo en particular. Para ver el significado de cada una de las variables se debe referir a la tabla 3.2 de este capítulo.

3.9. INICIALIZAR LA APLICACIÓN DEL SCADA

Para un correcto funcionamiento del sistema SCADA se debe realizar los siguientes pasos:

- I. Verificar que los DAServer estén corriendo. Esto se lo hace ingresando a la consola de manejo del sistema como se despliega en la figura 3.42, donde el color verde representa que los

DAServer están trabajando correctamente. Caso contrario se da clic derecho sobre cada uno de estos y se escoge *Activate Server*.

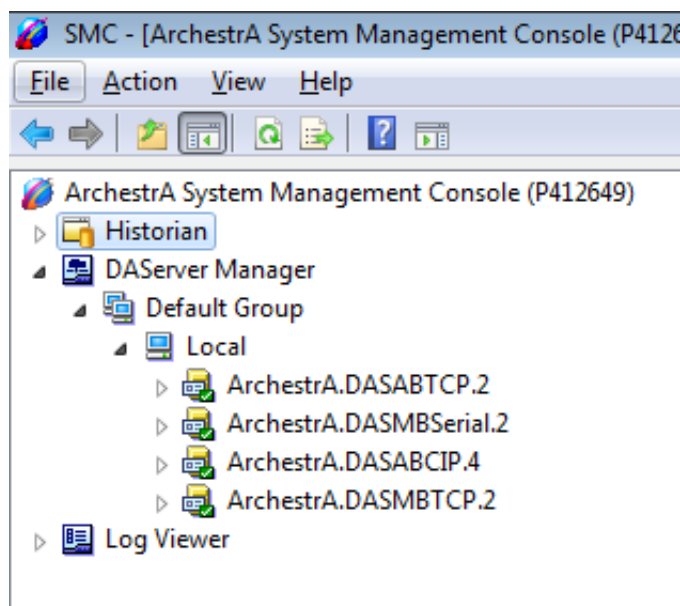


Figura. 3.42. DAServer inicializados correctamente

- II. Se abre el software InTouch y se escoge la aplicación donde está desarrollado el HMI del sistema SCADA tal como se visualiza en la figura 3.43, y se escoge da clic sobre *WindowViewer*.

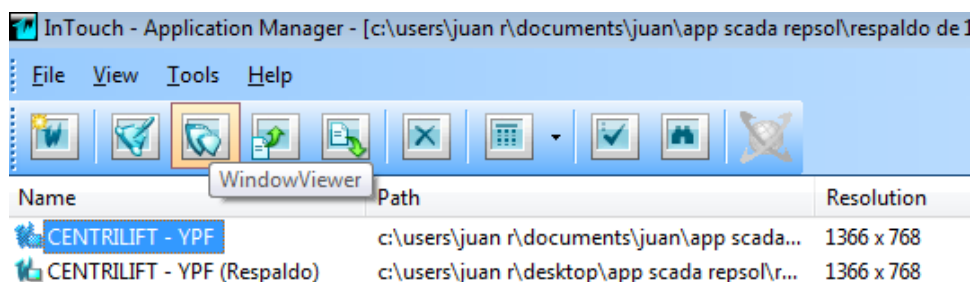


Figura. 3.43. Selección de la aplicación HMI

- III. La pantalla principal del SCADA aparece como la que se tiene en la figura 3.44. Se da clic sobre el botón PAD's.



Figura. 3.44. Selección de la aplicación HMI

- IV. En la pantalla mostrada en la figura 3.45 se tiene la distribución de los PAD's. Se escoge cualquier PAD para ingresar a los pozos que pertenezcan a este.

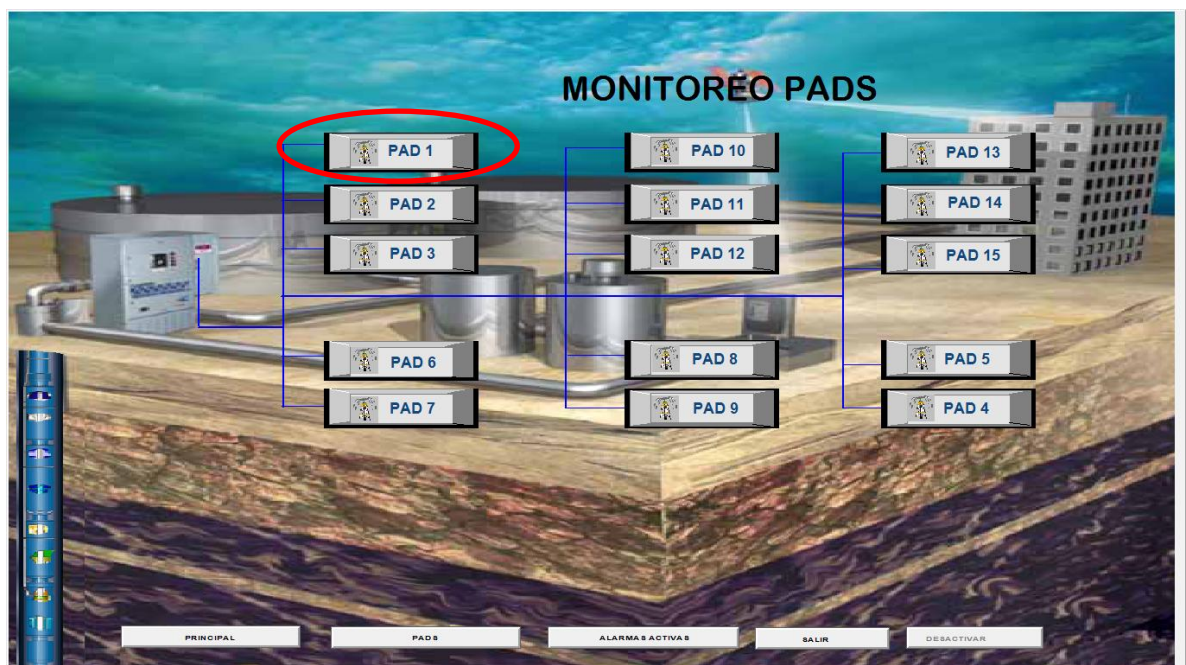


Figura. 3.45. Selección de la aplicación HMI

- V. Dentro del PAD escogido se tiene varios pozos. Se da clic sobre uno de ellos para ingresar a la HMI de dicho pozo como se ilustra en la figura 3.46.

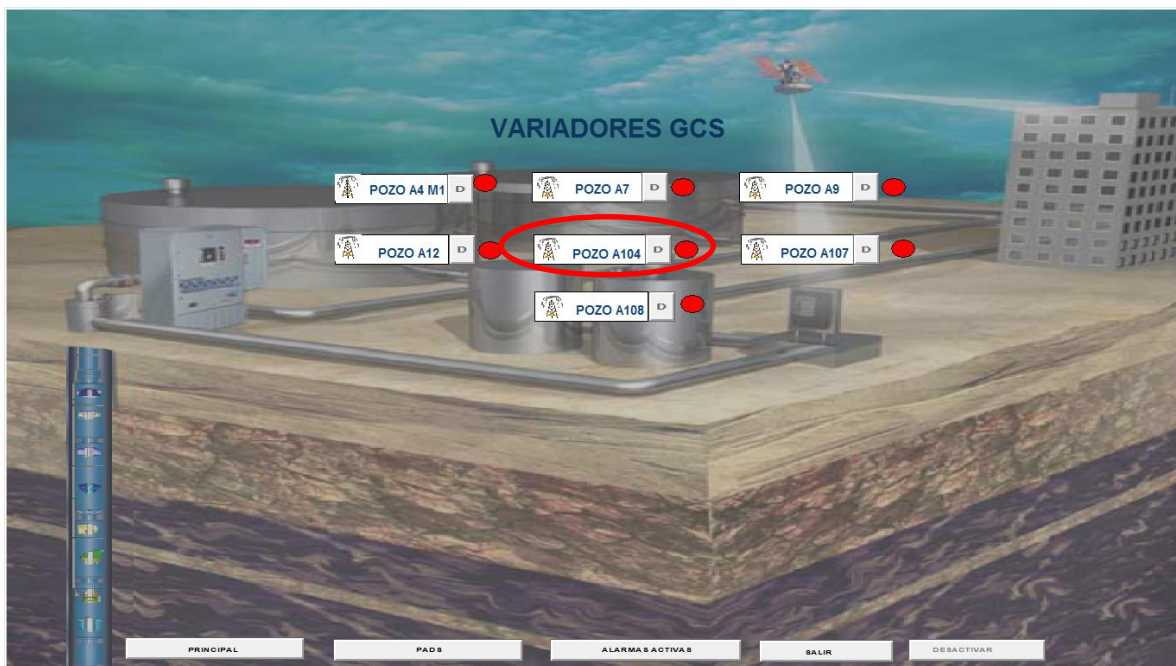


Figura. 3.46. Selección de la aplicación HMI

VI. Una vez ingresado al pozo se observa una imagen como la mostrada en la figura 3.47. En la parte derecha de la ventana se observa los datos del equipo instalado y una representación gráfica de un equipo electrosumergible. En la parte inferior se puede visualizar los botones de navegación que son muy similares al panel manual usado en el VSD.

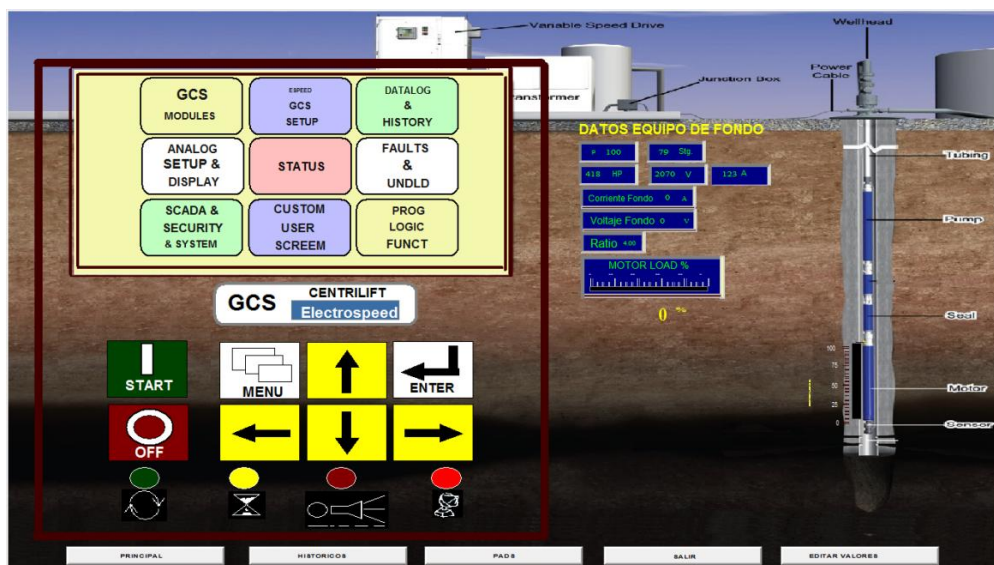











Figura. 3.47. Ventana principal de visualización de cada pozo

Simbología usada al acceder a un pozo

	Representa la comunicación entre el VSD y el N-Port. Si la luz se presenta de color rojo es debido a problema de comunicación. Si la luz se presenta de color verde es porque existe comunicación, es decir se están transmitiendo paquetes de datos.
	Cuando se activa la luz de color rojo se refiere a que el equipo está detenido.
	Se activa este parámetro cuando se está arrancando el equipo.
	Se activa este parámetro cuando el equipo está operando, la luz que aparece es de color verde.
	Permite el arranque del equipo y tienen acceso solo los usuarios administradores.
	Permite apagar del equipo y tienen acceso solo los usuarios administradores.
	Permite ingresar al menú principal del VSD. Ver figura 3.47 para referencia.
	Permite navegar a través del menú para acceder a distintas configuraciones.
	Se usa para aceptar un cambio realizado en cualquier configuración. Para la aplicación no está configurado el uso de este botón ya que el InTouch tiene teclado propio para aceptar cambios realizados en una configuración.

En el menú del SCADA se tiene creado los gráficos de manera similar al menú que cuenta el display real del VSD²⁷ tal como se presenta en la figura 3.48. Esto se lo hace con el fin de tener la aplicación lo más cercano posible a la realidad, sin embargo no todos los ítems del menú se usan en el SCADA, si no los más importantes.

²⁷ Ver glosario de términos.



Figura. 3.48. Display y VSD reales

Para ingresar a cada uno de los ítems se debe dar clic sobre cada uno de ellos. A continuación se explica cada uno de los ítems usados en el menú principal de cada pozo:

- **GCS MODULES.-** Permite visualizar los valores análogos de entrada 1 y 2 usados para la presión de intake y temperatura de motor como se observa en la figura 3.49.

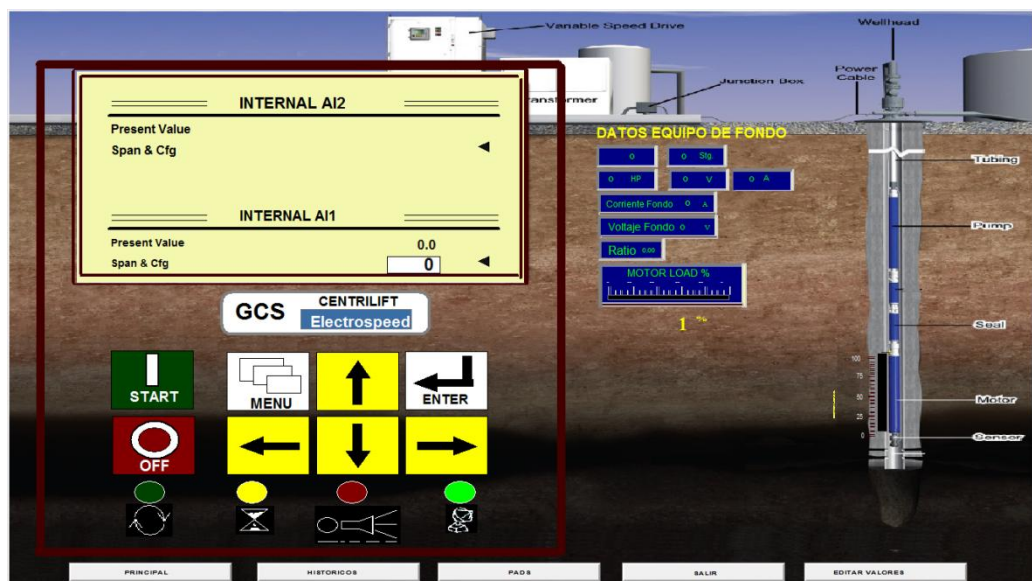


Figura. 3.49. Entradas análogas 1 y 2

- SPEED GCS SETUP.-** En la figura 3.50. se despliega la ventana que permite colocar las configuraciones de operación del VSD, tales como la frecuencia de operación.

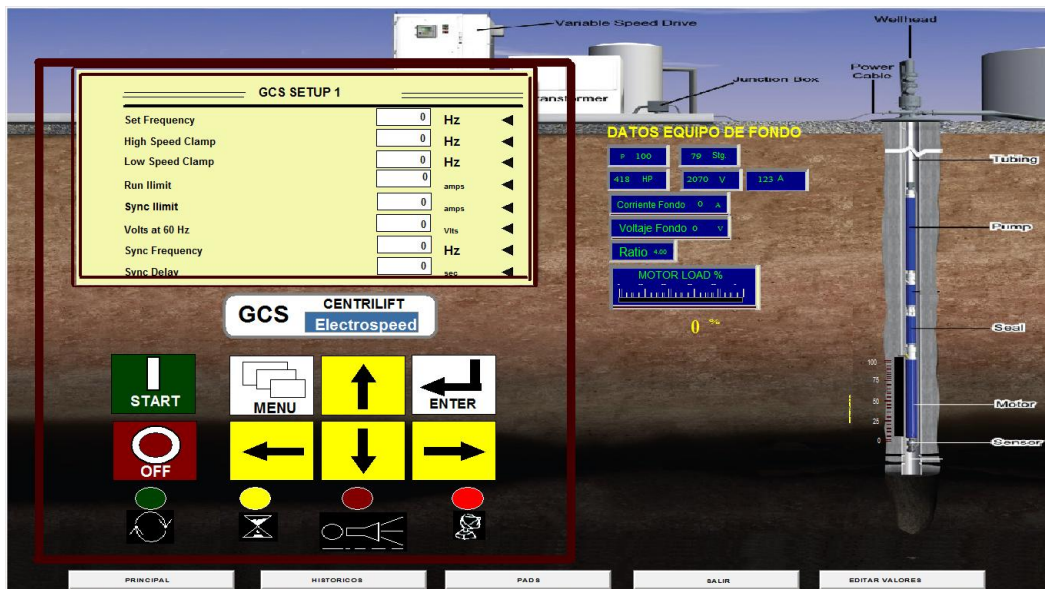


Figura. 3.50. Parámetro de configuración del VSD

La corriente máxima de operación, tiempos de aceleración y desaceleración como se refleja en la figura 3.51.

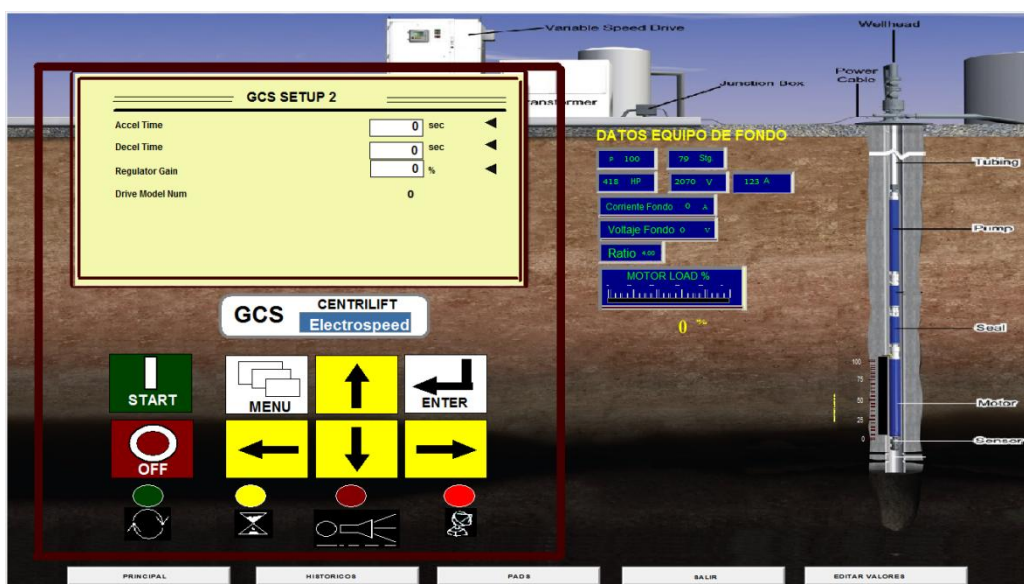


Figura. 3.51. Parámetros de configuración del VSD

El número de intentos arranques que se ha realizado al equipo de fondo y un total del mismo parámetro tal como se aprecia en la figura 3.52.

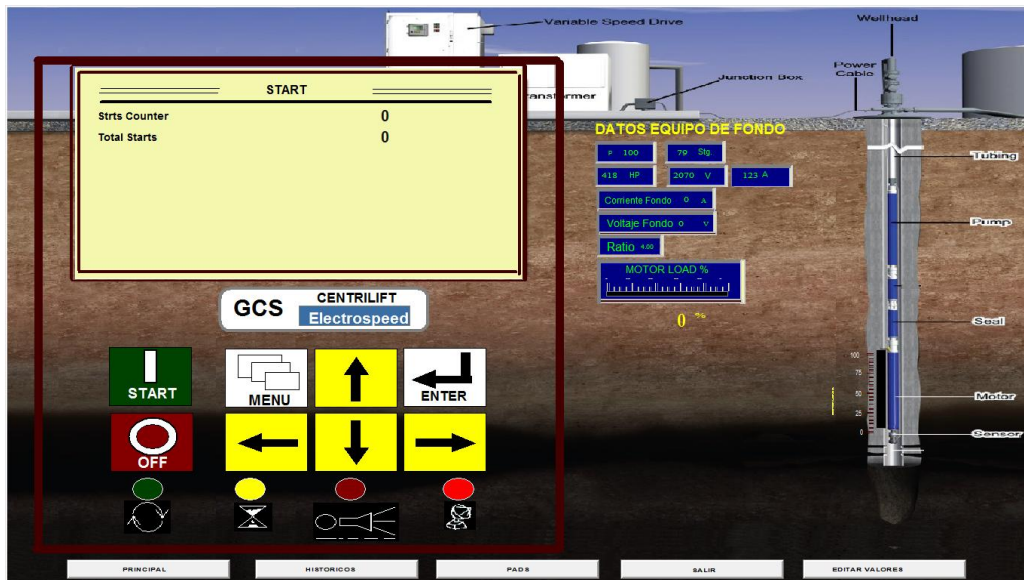


Figura. 3.52. Contador de arranques del equipo

- **DATALOG & HISTORY.-** Permite conocer los históricos de operación del equipo, es decir, se puede visualizar parámetros tales como el tiempo de corrida, tiempo de apagado del equipo y la razón de la última parada tal como se observa en la figura 3.53.

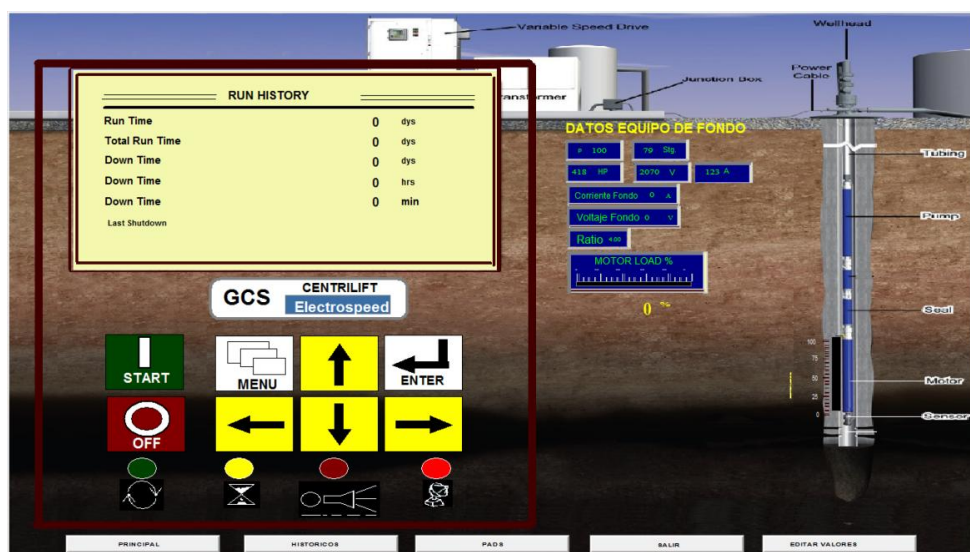


Figura. 3.53. Historial de operación del equipo

- ANALOG SETUP & DISPLAY.-** Permite conocer el valor de las corrientes de salida del VSD y el voltaje entre fases como se ilustra en la figura 3.54.

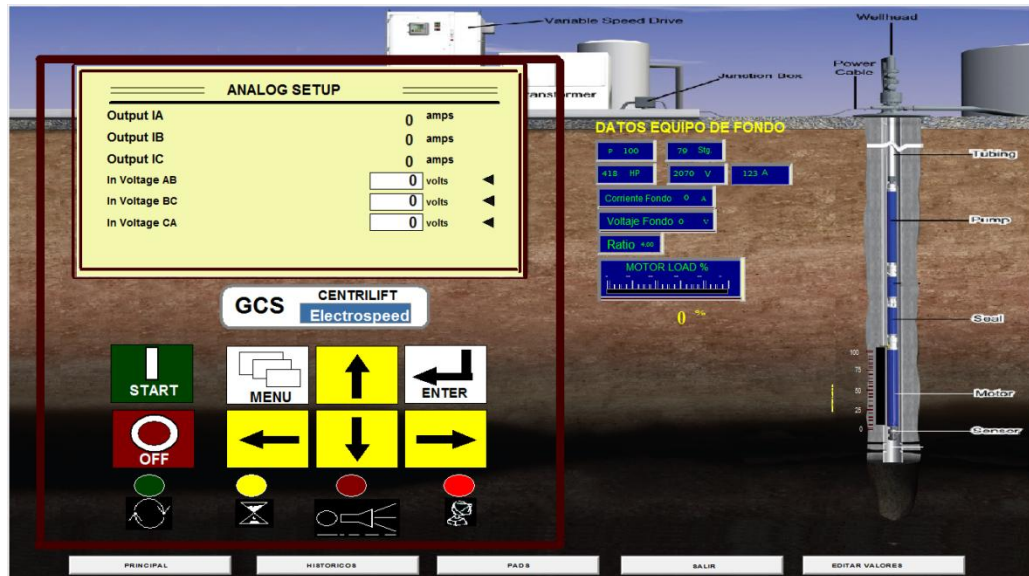


Figura. 3.54. Valores analógicos del VSD

- STATUS.-** La pantalla de status permite conocer los parámetros a nivel general del equipo. Se encuentra los siguientes tags: frecuencia, corrientes del VSD, voltaje de salida, presión de intake, razón de la última parada y la alarma que se encuentra activa, en la figura 3.55 se muestra estos parámetros de operación.

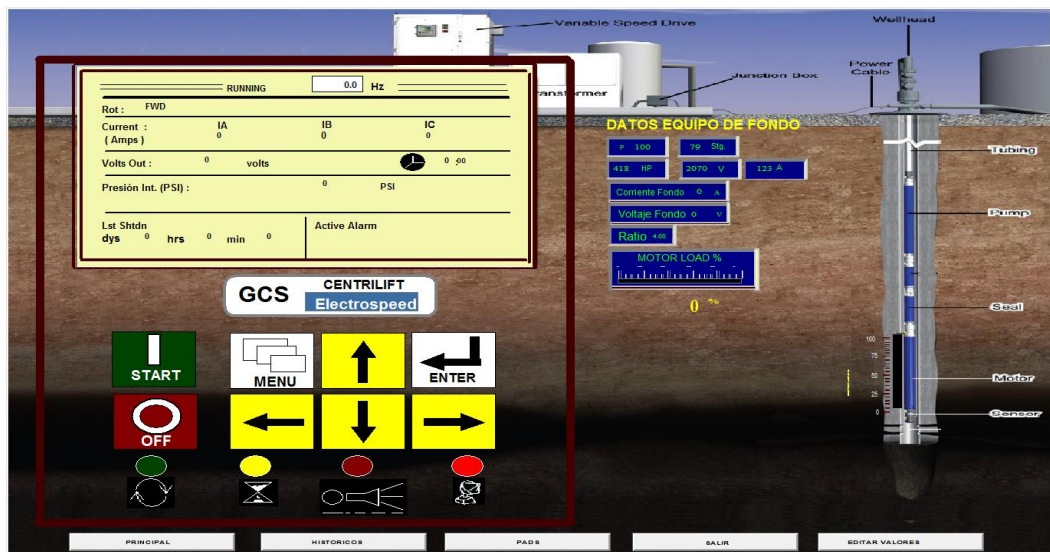


Figura. 3.55. Parámetros generales de operación

- **FAULTS & UNDLT.-** Permite configurar los *setpoint*²⁸ de sobre voltaje y bajo voltaje. Además que almacena el menor y mayor voltaje registrado en el VSD, en la figura 3.56 se muestra dicha pantalla.

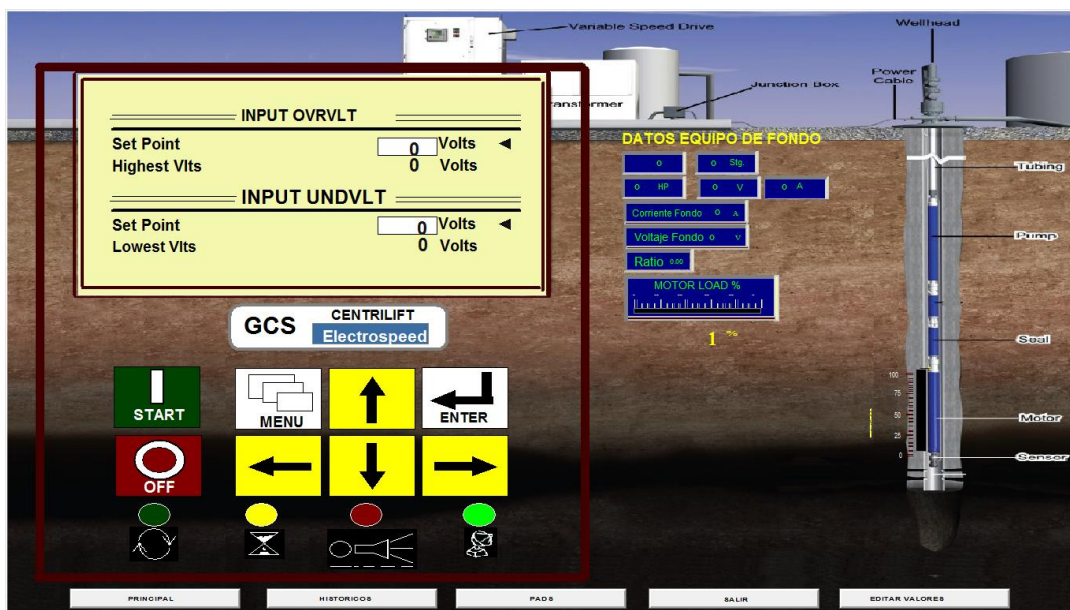


Figura. 3.56. Configuración de los setpoint de voltaje

En esta sección también se puede configurar los *setpoint* de sobrecarga y baja carga. Además que registra el mayor y menor valor de amperaje en el VSD tal como se despliega en la figura 3.57.

²⁸ Ver glosario de términos.

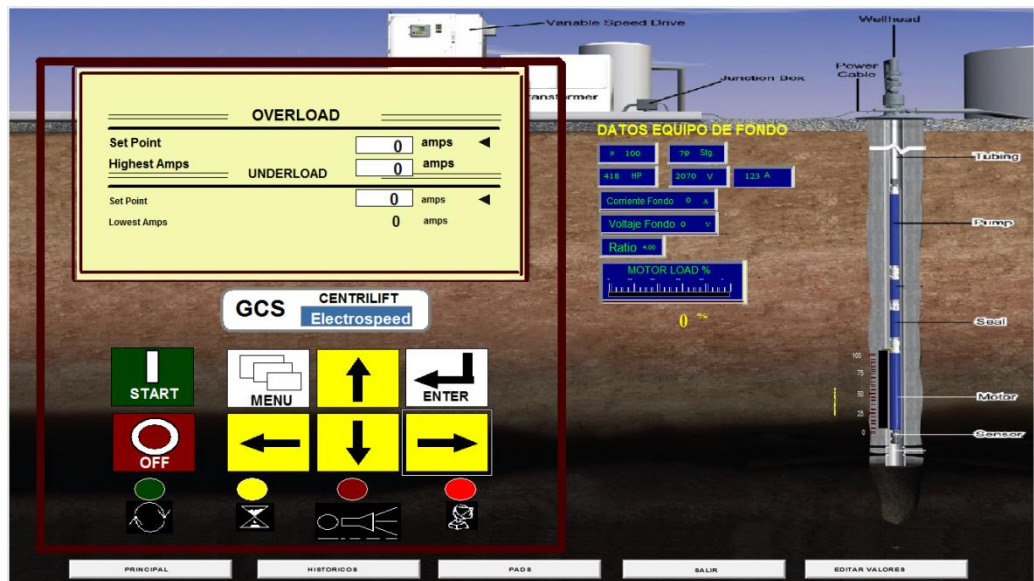


Figura. 3.57. Configuración de los parámetros de sobre carga y baja carga

Otro parámetro que se puede configurar es *Low Speed Clamp* que se refiere al *setpoint* de mínima frecuencia de operación del equipo tal como se indica en la figura 3.58.

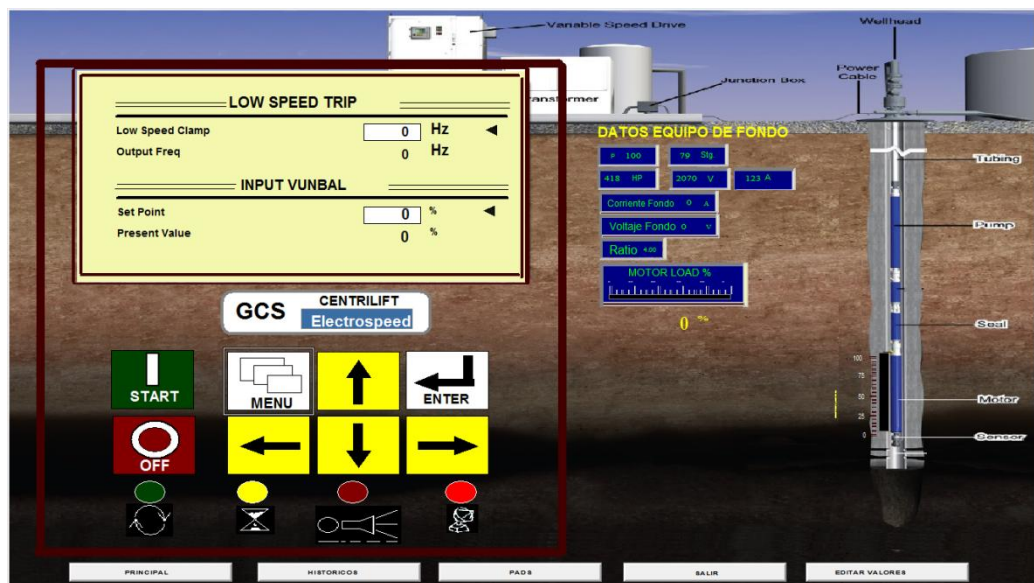


Figura. 3.58. Configuración de la mínima frecuencia de operación

En la figura 3.59 se puede visualizar la temperatura ambiente leída por el sensor y viene dada en grados centígrados.

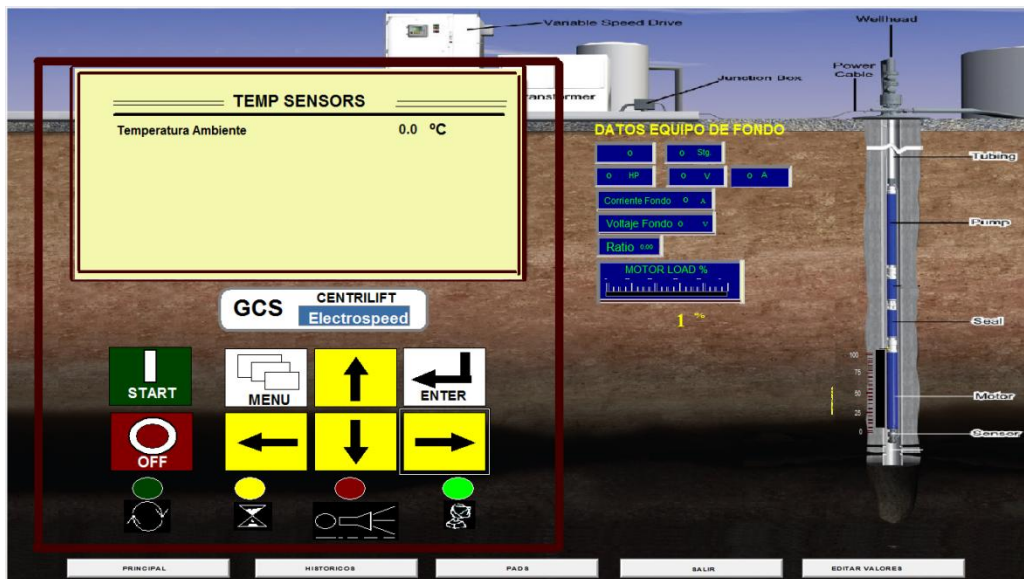


Figura. 3.59. Visualización de la temperatura ambiente

- SCADA & SECURITY & SYSTEM.-** En la pantalla del sistema SCADA se logra visualizar los parámetros de comunicación que se encuentran configurados en el VSD. En la figura 3.60 se puede observar más a detalle dichos parámetros de comunicación.

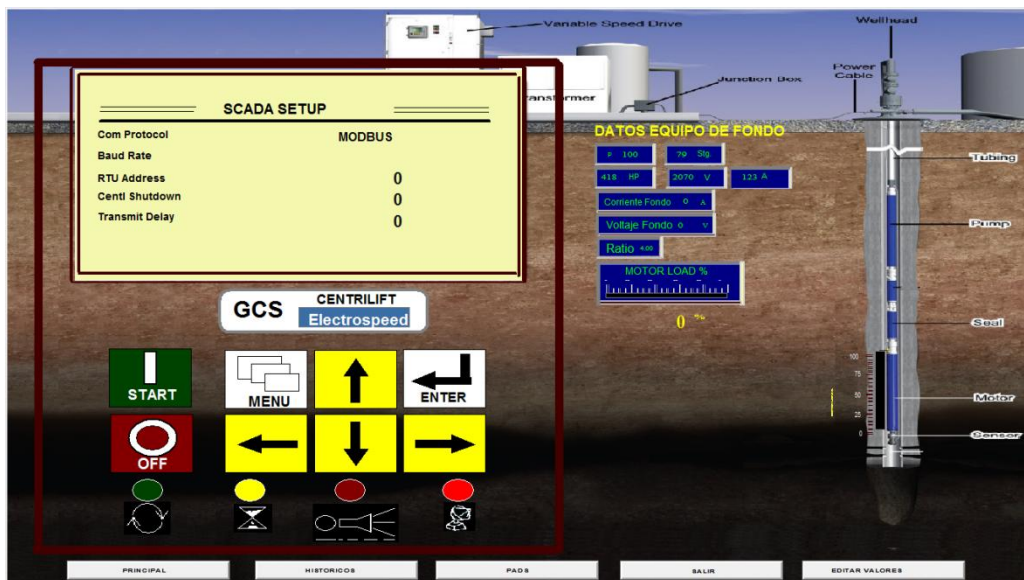


Figura. 3.60. Parámetros de comunicación

En la ventana que se enseña en la figura 3.61 se ve la fecha actual, la misma que se obtiene del VSD.

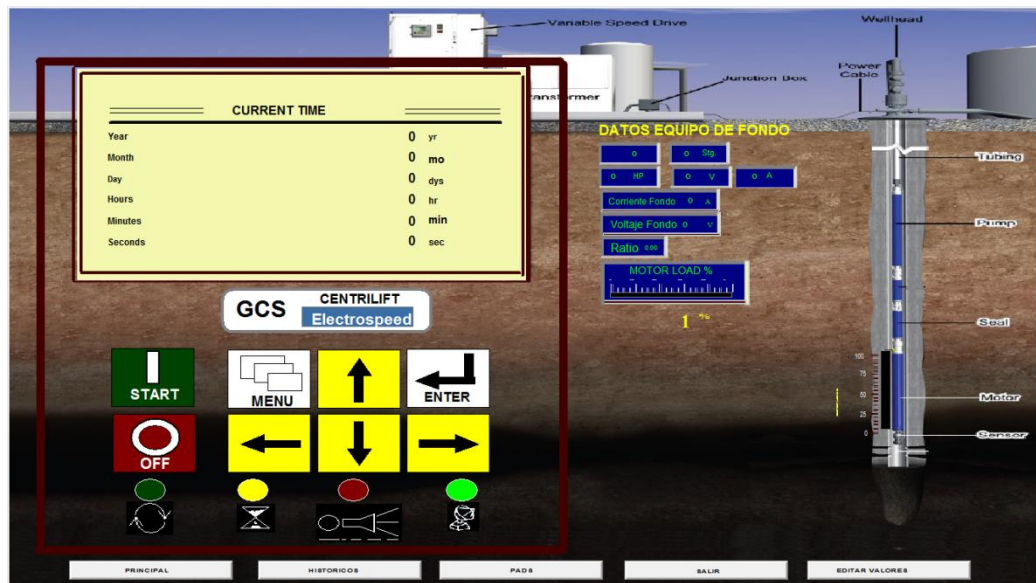


Figura. 3.61. Visualización de la fecha y hora actual del VSD

- **CUSTOM USER SCREEN.-** Esta pantalla no se usa en el SCADA ya que no tiene función trascendental en la operación del equipo.
- **PROG LOGIC FUNCT.-** En esta última pantalla se tiene el tipo de control a usarse en el VSD. Solo se usa el control de barrido de frecuencia, el mismo que permite variar la frecuencia de un valor a otro en cierto tiempo establecido. En la figura 3.62 se ilustran los parámetros que se pueden configurar con el fin de variar la frecuencia en un tiempo establecido.

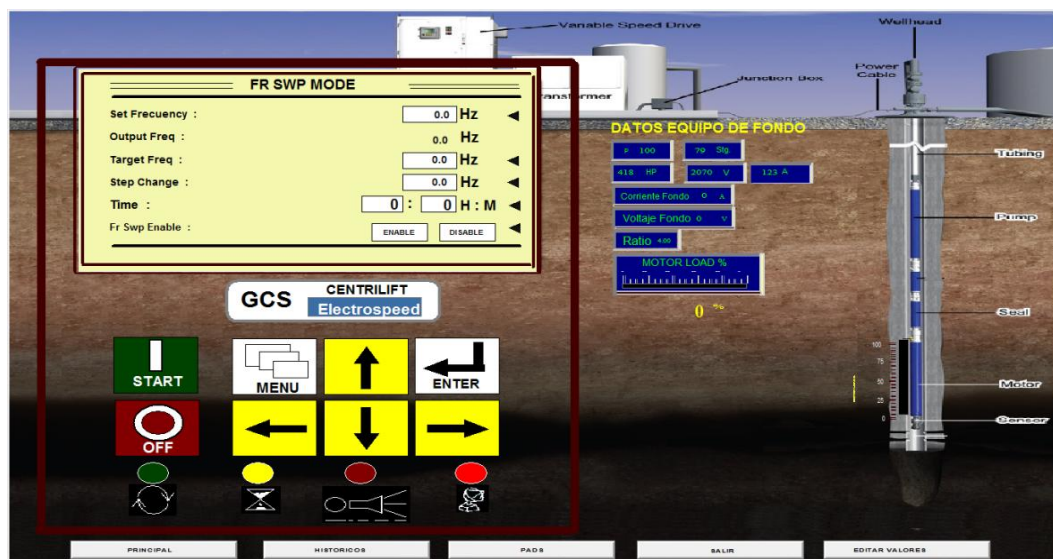


Figura. 3.62. Control de barrido de frecuencia

3.10. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS

A continuación se realiza una breve descripción de los equipos utilizados en cada uno de los pozos para que la información generada se transmita al sistema SCADA. Si bien la implementación de los equipos no es objeto de estudio en este proyecto, sin embargo, es importante mencionar cada uno de ellos para entender de mejor manera como se genera la información de cada pozo y como ésta se la direcciona hacia la HMI. Los equipos en superficie más importantes usados en esta aplicación son:

- **Controlador variador de velocidad (Variable Speed Drive).**- Es un sistema que tiene como objetivo obtener una salida de voltaje trifásico variable tanto en frecuencia como en magnitud para mantener el torque constante de los motores controlados, a partir de una alimentación trifásica constante en magnitud y frecuencia como es la alimentación entregada por una red eléctrica o un generador. En la figura 3.63 se tiene uno de los modelos de los variadores GCS disponibles.



Figura. 3.63 Controlador variador de velocidad (VSD)

- **N-Port.-** Son dispositivos servidores seriales que permiten la comunicación de datos para host de Windows o Linux a través de comunicación serial RS-232, RS-422 y RS-485 sobre la red Ethernet TCP/IP, un ejemplo de este tipo de dispositivo es el mostrado en la figura 3.64 que corresponde al N-Port DE 311.



Figura. 3.64. Dispositivo N-Port DE-311

- **Módulo VCI-142.-** Es un módulo de comunicación que permite conectar externamente el VSD y maneja las tres interfaces serial RS-232, RS-422 y RS-485. Para este proyecto se usa la interfaz de comunicación RS-485 por la facilidad de transmitir datos a alta velocidad y grandes distancias. En la figura 3.65 se ilustra uno de los modelos disponibles de los módulos de comunicación VCI-142.



Figura. 3.65. Módulo de expansión y comunicación VCI-142

En el capítulo 2 se explicó todos los componentes de fondo y superficie usados para la operación de un equipo electrosumergible, sin embargo, en el gráfico 3.66 se muestra un resumen de la conexión del equipo de fondo con el equipo de superficie.

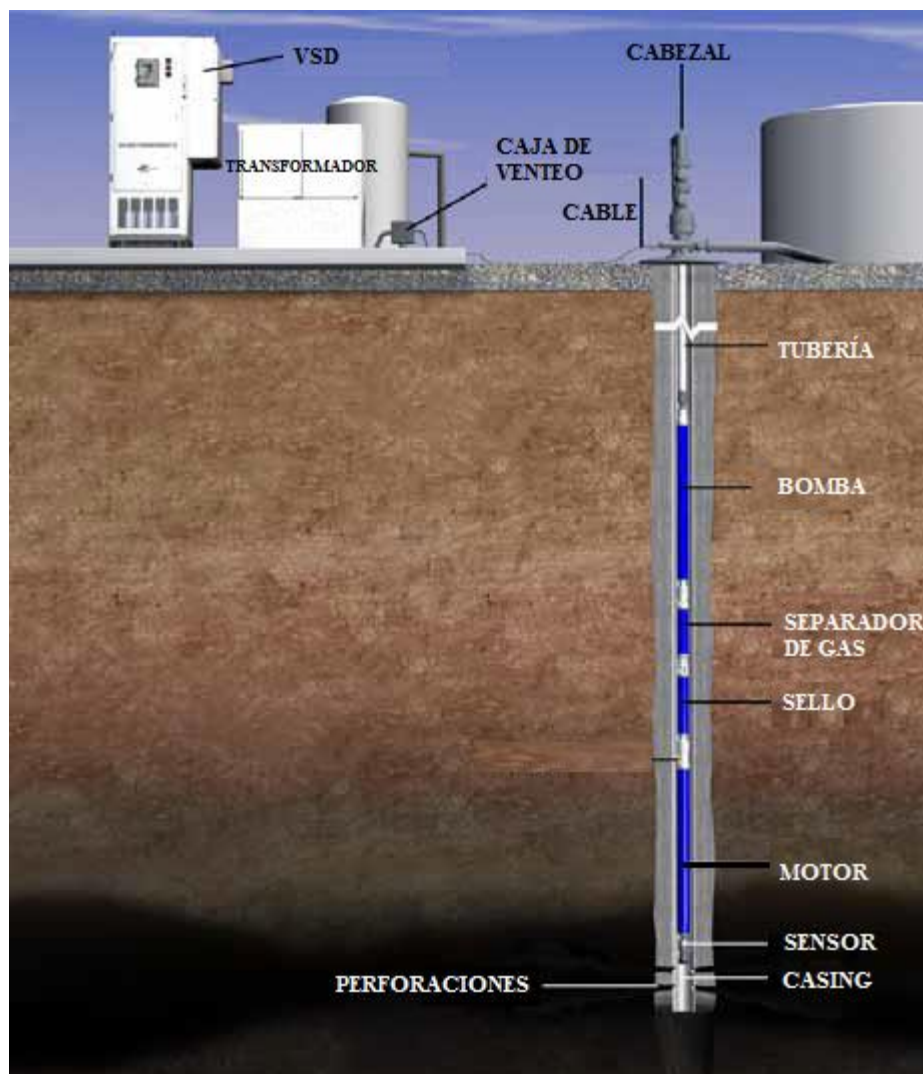


Figura. 3.66. Equipo de fondo conectado al de superficie

Cuando se tiene toda la información en superficie en el VSD, se observa en la figura 3.67 como los datos son transmitidos hacia el sistema SCADA.

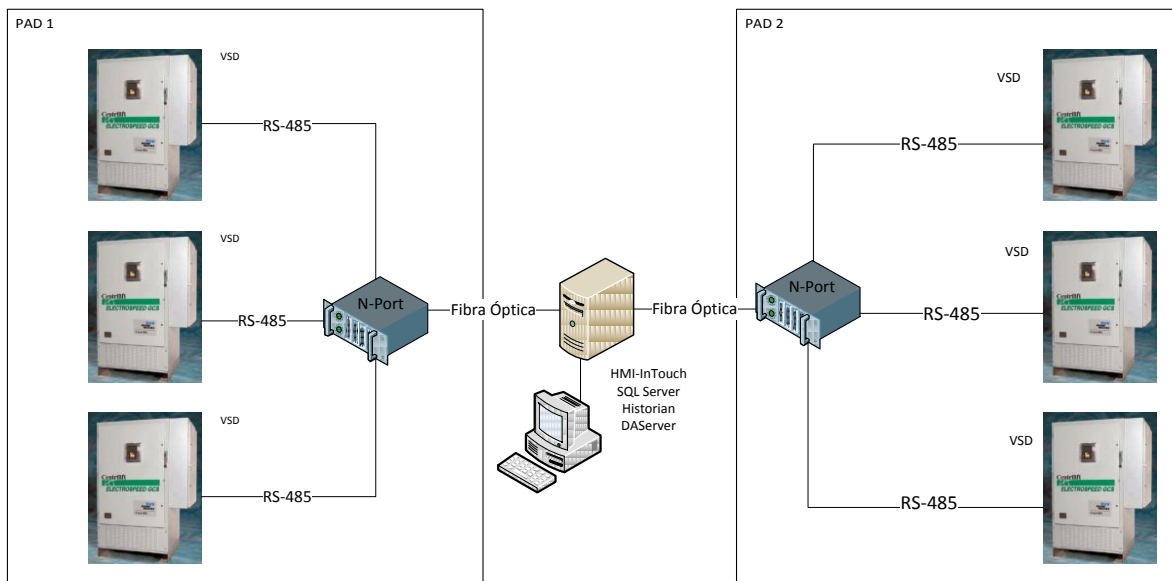


Figura. 3.67. Distribución de los equipos en campo

Los datos almacenados en el sistema SCADA se los envía al sistema de monitoreo remoto como se visualiza en la figura 4.27 del capítulo 4. De esta manera se cierra el ciclo de flujo de la información desde donde se generan los datos hasta el lugar donde se necesita visualizarlos.

En la figura 3.68 se muestra la ubicación geográfica de cada uno de los pozos usando las respectivas coordenadas de latitud y longitud. Esto permite conocer cómo están distribuidos cada uno de los equipos en campo.



Figura. 3.68. Ubicación geográfica de los pozos

CAPÍTULO 4

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA BASE DE DATOS

4.1. SQL.

4.1.1. Descripción general

El lenguaje de consulta estructurado (SQL por sus siglas en inglés *Structures Query Language*), es un lenguaje estándar de comunicación con bases de datos que explota la flexibilidad y potencia de los sistemas relacionales que permite especificar diversos tipos de operaciones en éstas. Una de sus características es el manejo del álgebra y el cálculo relacional permitiendo efectuar consultas con el fin de recuperar de una forma sencilla información de interés de una base de datos, así como también hacer cambios sobre ella.

Es un lenguaje declarativo de alto nivel, que gracias a su fuerte base teórica y su orientación al manejo de conjuntos de registros, y no a registros individuales, permite una alta productividad en codificación y la orientación a objetos. De esta forma una sola sentencia puede equivaler a uno o más programas que se utilizarían en un lenguaje de bajo nivel orientado a registros.

4.1.2. Configuración

Una vez instalado correctamente Microsoft SQL Server 2008²⁹ se debe ingresar al programa y conectarse al servidor SQL como se presenta en la figura 4.1, en donde:

- **Server Type:** Indica el tipo de servidor a conectarse, en este caso se refiere a una base de datos por lo que se procede a escoger Database Engine.
- **Server Name:** Se debe seleccionar el servidor donde se va a conectar: Para este caso en particular la misma computadora trabaja como servidor, por lo que se procede a escoger el host de la pc.
- **Authetication:** Existen dos modos de autenticación para acceder al SQL, estos son a través de la cuenta de Windows o por medio de una autenticación al servidor SQL. Es importante mencionar que esta autenticación debe ser igual a la configurada anteriormente en el Historian, por tal razón se procede a escoger la del usuario de Windows.

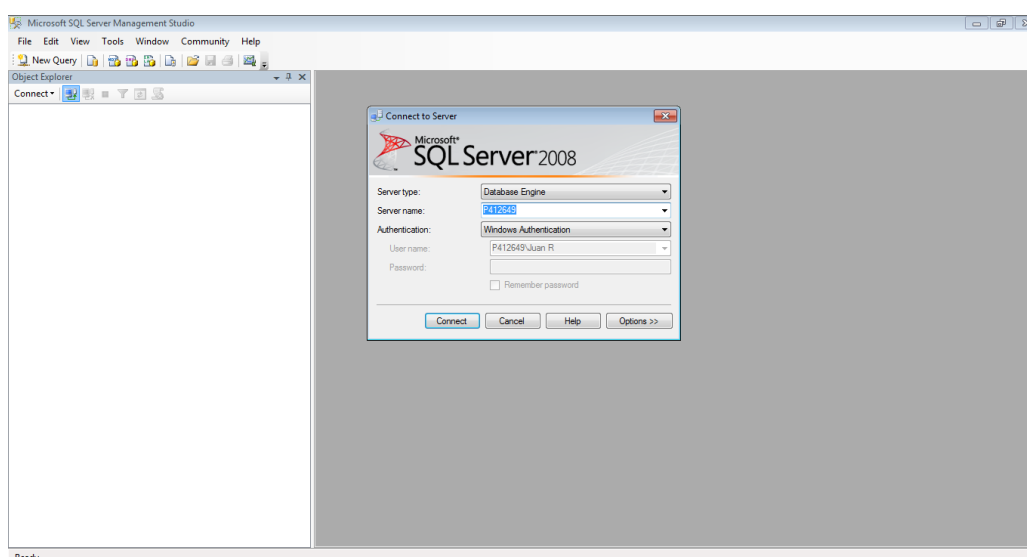


Figura. 4.1. Conexión al SQL Server 2008

²⁹ Ver anexos de instalación.

Una vez que se conecta a la base de datos, se dirige a las propiedades como se muestra en la figura 4.2.

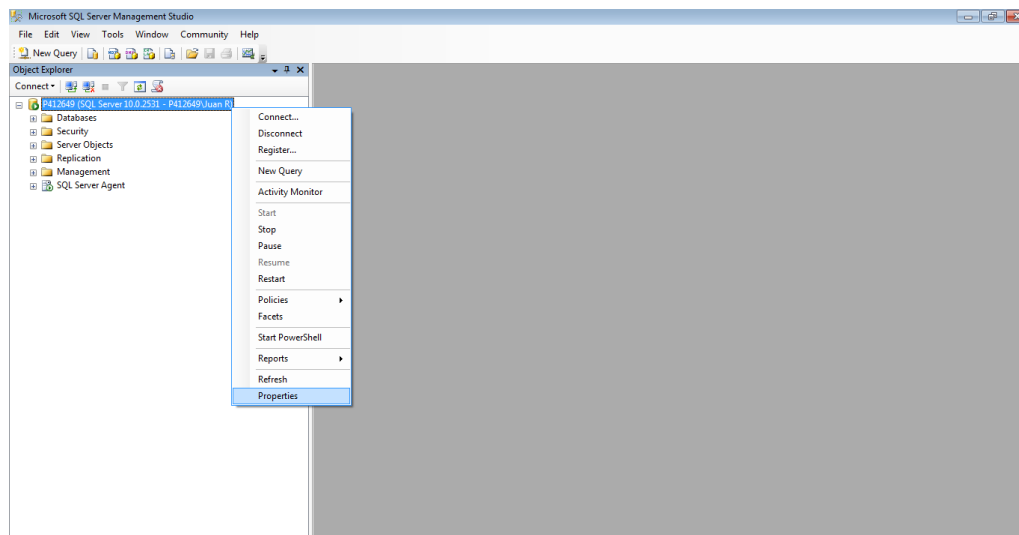


Figura. 4.2. Ingreso a las propiedades de SQL

Dentro de las propiedades del servidor ingresamos a Security para escoger el tipo de autenticación a usarse, esta tiene que concordar con la que se configura en Historian. Se procede a escoger el modo de autenticación de Windows como se enseña en la figura 4.3.

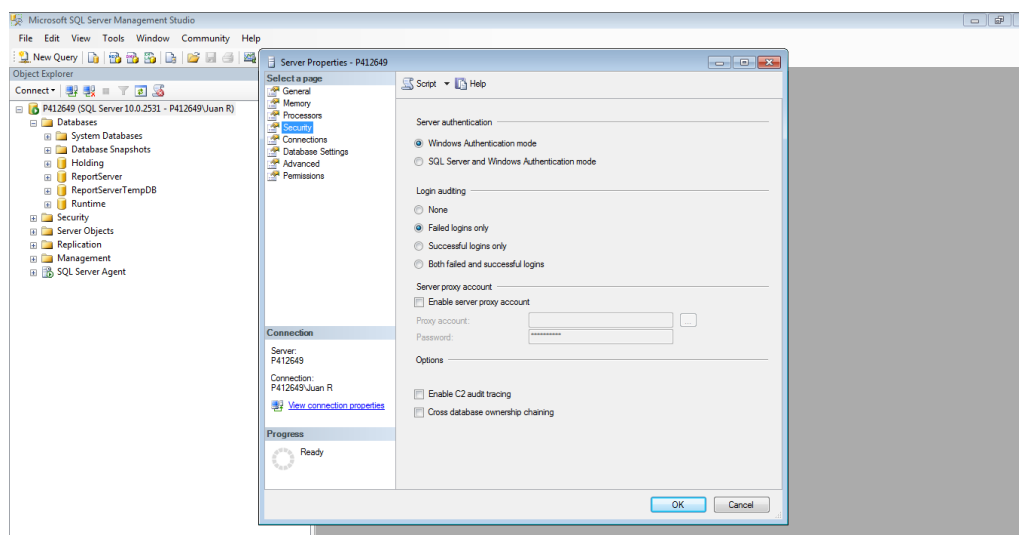


Figura. 4.3. Configuración de autenticación en SQL

4.1.3. Adquisición de datos

Para la adquisición de datos el software Wonderware Historian genera automáticamente una base de datos con el nombre de Runtime. Esta se conecta a través de los DAsServer explicados en el capítulo 3. Lo único que se debe verificar es que la transmisión de datos se esté realizando. Para ello se debe ingresar a la consola de manejo del sistema (SMC por sus siglas en inglés *System Management Console*) y dirigirse a Historian/Historian Group/ Host(Nombre de la PC)/Management Console/ Data Acquisition. En la figura 4.4 se despliega la columna llamada *Topic*, aquí se encuentran todos los objetos agregados en la configuración de los DAsServer. El color verde indica que se encuentra recibiendo datos y el color rojo nos indica que se ha desconectado dicho objeto de la red.

Computer	Topic	Protocol	Tags	Status	Values	Rate	Connections
5431702	\\5431702\SysDev\System	SuiteLink	148	Receiving	16,208.158	86.13	1
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD01GCS	SuiteLink	26	Receiving	23,088	0.00	2,658
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD02GCS	SuiteLink	26	Receiving	23,805	0.00	2,655
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD03GCS	SuiteLink	26	Receiving	29,330	0.00	2,148
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD04GCS	SuiteLink	26	Receiving	57,309	0.00	2,517
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD05GCS	SuiteLink	37	Receiving	63,726	0.00	818
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD06GCS	SuiteLink	25	Disconnected	6,338	0.00	2,746
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD07GCS	SuiteLink	25	Receiving	64,313	0.50	7
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD08GCS	SuiteLink	25	Receiving	60,529	0.00	2,556
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD09GCS	SuiteLink	25	Receiving	22,602	0.00	2,742
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD10GCS	SuiteLink	25	Receiving	29,141	5.01	2,617
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD11GCS	SuiteLink	25	Receiving	50,787	0.00	1,627
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD12GCS	SuiteLink	24	Receiving	52,816	0.00	2,425
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD13GCS	SuiteLink	24	Receiving	58,800	0.00	2,573
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD14GCS	SuiteLink	24	Receiving	24,108	4.01	2,554
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD15GCS	SuiteLink	24	Receiving	57,406	0.00	2,535
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD16GCS	SuiteLink	24	Receiving	24,213	0.00	2,607
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD17GCS	SuiteLink	24	Disconnected	0	0.00	0
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD18GCS	SuiteLink	24	Receiving	3,046	0.00	2,745
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD19GCS	SuiteLink	24	Receiving	75,674	0.00	24
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD20GCS	SuiteLink	24	Receiving	56,199	0.00	5
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD21GCS	SuiteLink	24	Receiving	85,275	0.00	75
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD22GCS	SuiteLink	26	Receiving	30,771	0.00	2,075
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD23GCS	SuiteLink	26	Receiving	55,192	11.02	2,607
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD24GCS	SuiteLink	26	Receiving	20,907	0.00	2,743
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD25GCS	SuiteLink	26	Receiving	29,882	0.00	1,869
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD26GCS	SuiteLink	26	Receiving	25,446	0.00	2,713
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD27GCS	SuiteLink	26	Receiving	28,840	0.00	2,032
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD28GCS	SuiteLink	25	Receiving	25,863	4.51	2,694
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD29GCS	SuiteLink	25	Receiving	3,104	0.00	2,742
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD30GCS	SuiteLink	26	Disconnected	0	0.00	0
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD31GCS	SuiteLink	24	Receiving	56,889	0.00	2,403
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD32GCS	SuiteLink	24	Disconnected	3,053	0.00	2,744
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD33GCS	SuiteLink	24	Receiving	28,829	0.00	2,155
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD34GCS	SuiteLink	24	Receiving	56,075	0.00	2,394
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD35GCS	SuiteLink	23	Receiving	19,216	0.00	2,742
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD36GCS	SuiteLink	24	Receiving	3,057	0.00	2,745
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD37GCS	SuiteLink	24	Receiving	55,138	0.00	2,573
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD38GCS	SuiteLink	24	Receiving	22,578	0.00	2,744
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD39GCS	SuiteLink	24	Receiving	3,064	0.00	2,745
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD40GCS	SuiteLink	24	Receiving	22,775	0.00	2,739
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD41GCS	SuiteLink	24	Receiving	37,402	0.00	2,743
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD42GCS	SuiteLink	24	Receiving	30,787	0.00	2,081
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD43GCS	SuiteLink	25	Receiving	32,765	0.00	2,009
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD44GCS	SuiteLink	25	Receiving	30,153	0.00	2,745
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD45GCS	SuiteLink	25	Receiving	57,308	0.00	2,424
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD46GCS	SuiteLink	25	Receiving	52,086	0.00	2,739
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD47GCS	SuiteLink	25	Receiving	26,091	0.00	1,673
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD48GCS	SuiteLink	25	Receiving	52,109	0.00	1,085
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD49GCS	SuiteLink	25	Receiving	31,387	0.00	2,162
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD50GCS	SuiteLink	25	Connected	6,365	0.00	2,747
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD51GCS	SuiteLink	25	Receiving	24,674	0.00	2,745
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD52GCS	SuiteLink	25	Connected	25,166	0.00	2,746
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD53GCS	SuiteLink	25	Disconnected	21,404	0.00	2,746
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD54GCS	SuiteLink	25	Receiving	31,471	0.00	2,170
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD55GCS	SuiteLink	25	Receiving	54,491	0.00	2,458
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD56GCS	SuiteLink	25	Receiving	24,791	4.51	2,747
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD57GCS	SuiteLink	25	Receiving	24,911	0.00	2,733
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD58GCS	SuiteLink	25	Connected	24,693	0.00	2,746
5431702	\\5431702\DA\MBSerialD59GCS	SuiteLink	25	Receiving	61,151	0.00	2,539

Figura. 4.4. Adquisición de datos en el SMC

4.1.4. Almacenamiento de datos

Al igual que en la adquisición de datos, el software Wonderware Historian almacena automáticamente todos los datos de los tags importados. En la figura 4.5 se presenta como el sistema genera el almacenamiento de los tags. En la columna *Location* nos indica la dirección en la unidad D del disco donde se almacena los datos. Esta dirección se configura en la instalación del SQL Server 2008³⁰.

Start Time	End Time	Location	Duration	Time Zone	GMT Bias
2/21/2012 12:00:00 AM	2/21/2012 3:55:00 AM	D:\Historian\Data\Circular\A1202...	3 hrs 55 mins 0 secs	SA Pacific Standard Time	-5 hrs 0 mins
2/20/2012 12:00:00 AM	2/21/2012 12:00:00 AM	D:\Historian\Data\Circular\A1202...	24 hrs 0 mins 0 secs	SA Pacific Standard Time	-5 hrs 0 mins
2/19/2012 12:44:46 AM	2/20/2012 12:00:00 AM	D:\Historian\Data\Circular\A1202...	23 hrs 15 mins 14 secs	SA Pacific Standard Time	-5 hrs 0 mins
2/19/2012 12:00:00 AM	2/19/2012 12:41:19 AM	D:\Historian\Data\Circular\A1202...	41 mins 19 secs	SA Pacific Standard Time	-5 hrs 0 mins
2/18/2012 10:54:47 PM	2/19/2012 12:00:00 AM	D:\Historian\Data\Circular\A1202...	1 hr 5 mins 13 secs	SA Pacific Standard Time	-5 hrs 0 mins
2/15/2012 12:00:00 AM	2/15/2012 4:02:00 PM	D:\Historian\Data\Circular\A1202...	16 hrs 2 mins 0 secs	SA Pacific Standard Time	-5 hrs 0 mins
2/14/2012 12:00:00 AM	2/15/2012 12:00:00 AM	D:\Historian\Data\Circular\A1202...	24 hrs 0 mins 0 secs	SA Pacific Standard Time	-5 hrs 0 mins
2/13/2012 12:00:00 AM	2/14/2012 12:00:00 AM	D:\Historian\Data\Circular\A1202...	24 hrs 0 mins 0 secs	SA Pacific Standard Time	-5 hrs 0 mins
2/12/2012 12:00:00 AM	2/13/2012 12:00:00 AM	D:\Historian\Data\Circular\A1202...	24 hrs 0 mins 0 secs	SA Pacific Standard Time	-5 hrs 0 mins
2/11/2012 12:00:00 AM	2/12/2012 12:00:00 AM	D:\Historian\Data\Circular\A1202...	24 hrs 0 mins 0 secs	SA Pacific Standard Time	-5 hrs 0 mins
2/10/2012 12:00:00 AM	2/11/2012 12:00:00 AM	D:\Historian\Data\Circular\A1202...	24 hrs 0 mins 0 secs	SA Pacific Standard Time	-5 hrs 0 mins
2/9/2012 12:00:00 AM	2/10/2012 12:00:00 AM	D:\Historian\Data\Circular\A1202...	24 hrs 0 mins 0 secs	SA Pacific Standard Time	-5 hrs 0 mins
2/8/2012 8:49:57 AM	2/9/2012 12:00:00 AM	D:\Historian\Data\Circular\A1202...	15 hrs 10 mins 3 secs	SA Pacific Standard Time	-5 hrs 0 mins
2/8/2012 12:00:00 AM	2/8/2012 8:47:17 AM	D:\Historian\Data\Circular\A1202...	8 hrs 47 mins 17 secs	SA Pacific Standard Time	-5 hrs 0 mins
2/7/2012 12:00:00 AM	2/8/2012 12:00:00 AM	D:\Historian\Data\Circular\A1202...	24 hrs 0 mins 0 secs	SA Pacific Standard Time	-5 hrs 0 mins
2/6/2012 12:00:00 AM	2/7/2012 12:00:00 AM	D:\Historian\Data\Circular\A1202...	24 hrs 0 mins 0 secs	SA Pacific Standard Time	-5 hrs 0 mins
2/5/2012 12:00:00 AM	2/6/2012 12:00:00 AM	D:\Historian\Data\Circular\A1202...	24 hrs 0 mins 0 secs	SA Pacific Standard Time	-5 hrs 0 mins
2/4/2012 12:00:00 AM	2/5/2012 12:00:00 AM	D:\Historian\Data\Circular\A1202...	24 hrs 0 mins 0 secs	SA Pacific Standard Time	-5 hrs 0 mins
2/3/2012 8:48:44 PM	2/4/2012 12:00:00 AM	D:\Historian\Data\Circular\A1202...	3 hrs 11 mins 16 secs	SA Pacific Standard Time	-5 hrs 0 mins
2/3/2012 12:00:00 AM	2/3/2012 5:02:30 PM	D:\Historian\Data\Circular\A1202...	17 hrs 2 mins 20 secs	SA Pacific Standard Time	-5 hrs 0 mins
2/2/2012 12:00:00 AM	2/3/2012 12:00:00 AM	D:\Historian\Data\Circular\A1202...	24 hrs 0 mins 0 secs	SA Pacific Standard Time	-5 hrs 0 mins
2/1/2012 6:43:18 PM	2/2/2012 12:00:00 AM	D:\Historian\Data\Circular\A1202...	5 hrs 16 mins 42 secs	SA Pacific Standard Time	-5 hrs 0 mins
2/1/2012 12:00:00 AM	2/1/2012 6:00:50 PM	D:\Historian\Data\Circular\A1202...	18 hrs 0 mins 50 secs	SA Pacific Standard Time	-5 hrs 0 mins

Figura. 4.5. Almacenamiento de datos obtenidos del Historian

Los datos almacenados se los puede visualizar en la base de datos del SQL. Para ello se necesita conocer las sentencias adecuadas para poder realizar un requerimiento de datos dentro del SQL. Para poder realizar este tipo de requerimientos se explica cómo se obtienen los datos en el siguiente ítem referente a recuperación de datos.

4.1.5. Recuperación de datos

El tipo de datos que se utilizan comúnmente en SQL se muestran en la tabla 4.1:

30 Ver anexos de instalación.

Tabla. 4.1. Tipos de datos en SQL

Tipos de datos	Longitud	Descripción
BINARY	1 byte	Valor binario
BIT	1 byte	Valores Si/No o True/False.
BYTE	1 byte	Un valor entero entre 0 y 255.
COUNTER	4 bytes	Un número incrementado automáticamente.
CURRENCY	8 bytes	Un entero escalable entre 922.337.203.685.477,5808 y 922.337.203.685.477,5807.
DATETIME	8 bytes	Un valor de fecha u hora entre los años 100 y 9999
SINGLE	4 bytes	Un valor en punto flotante de precisión simple con un rango de -3.402823×10^{38} a $-1.401298 \times 10^{-45}$ para valores negativos, 1.401298×10^{-45} a 3.402823×10^{38} para valores positivos, y 0.
DOUBLE	8 bytes	Un valor en punto flotante de doble precisión con un rango de $-1.79769313486232 \times 10^{308}$ a $-4.94065645841247 \times 10^{-324}$ para valores negativos, $4.94065645841247 \times 10^{-324}$ a $1.79769313486232 \times 10^{308}$ para valores positivos, y 0.
SHORT	2 bytes	Un entero corto entre -32,768 y 32,767.
LONG	4 bytes	Un entero largo entre -2,147,483,648 y 2,147,483,647.
LONGTEXT	1 byte por carácter	De cero a un máximo de 1.2 gigabytes.
LONGBINARY	Según se necesite	De cero a 1 gigabyte. Utilizado para objetos OLE.
TEXT	1 byte por carácter	De cero a 255 caracteres.

En SQL existen algunas sentencias que se utilizan para realizar diversas tareas, estas son las llamadas DDL y DML, a continuación se explican cada una de estas.

- *Data Description Language*(DDL), es el lenguaje de definición de datos, incluye órdenes para definir, modificar o borrar las tablas en las que se almacenan los datos y de las relaciones entre estas.
- *Data Manipulation Language* (DML), es el lenguaje de manipulación de datos, permite recuperar los datos almacenados en la base de datos y también incluye órdenes para permitir al usuario actualizar la base de datos añadiendo nuevos datos, suprimiendo antiguos o modificando los previamente almacenados.

En la tabla 4.2 se realiza una breve descripción de los dos tipos de sentencias más usadas.

Tabla. 4.2. Tipos de Sentencias

Tipo de sentencia	Sentencia	Descripción
Manipulación de datos (DML)	SELECT INSERT DELETE UPDATE	Recupera datos de la base de datos. Añade nuevas filas de datos a la base de datos. Suprime filas de datos de la base de datos. Modifica datos existentes en la base de datos.
Definición de datos (DDL)	CREATE TABLE DROP TABLE ALTER TABLE CREATE VIEW DROP VIEW	Añade una nueva tabla a la base de datos. Suprime una tabla de la base de datos. Modifica la estructura de una tabla existente. Añade una nueva vista a la base de

CREATE INDEX	datos.
DROP INDEX	Suprime una vista de la base de datos.
CREATE SYNOYM	Construye un índice para una columna. Suprime el índice para una columna.
DROP SYNONYM	Define un alias para un nombre de tabla. Suprime un alias para un nombre de tabla.

Además de estas sentencias, se utilizan distintos operadores conocidos como test para realizar ciertas sentencias SQL, entre los test más usados están:

- **Test de comparación.-** Compara el valor de una expresión con el valor de otra, entre ellos se encuentran los operadores matemáticos mostrados en la tabla 4.3 y los operadores lógicos de la tabla 4.4.

Tabla. 4.3. Operadores matemáticos

Símbolo	Significado
>	Mayor que
<	Menor que
>=	Mayor o igual que
<=	Menor o igual que
<>	Distinto
=	Igual

Tabla. 4.4. Operadores lógicos

Operador
And
Or
Not

- **Test de valor nulo (IS NULL).**- Selecciona aquellos registros donde el campo especificado este vacío, un ejemplo se exhibe en la figura 4.6.

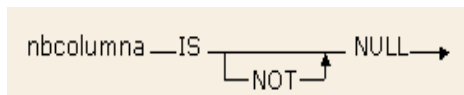


Figura. 4.6. Sintaxis de la sentencia IS NULL

- **Test de correspondencia con patrón (LIKE).**- Selecciona los registros cuyo valor de campo se asemeje, no teniendo en cuenta mayúscula y minúscula, en la figura 4.7 se ilustra la estructura del test.

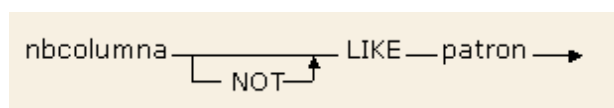


Figura. 4.7. Sintaxis de la sentencia LIKE

- **Comodines.**- Estos comodines se usan para complementar la búsqueda de datos de una manera más rápida y eficiente. En la tabla 4.5 se explican los comodines más usadas en las sentencias.

Tabla. 4.5. Comodines

*	Sustituye a todos los campos
%	Sustituye a cualquier cosa o nada dentro de una cadena
_	Sustituye un solo carácter dentro de una cadena

Cuando se requiere realizar consultas a la base de datos se debe usar una sintaxis adecuada, a continuación se explica la estructura de las consultas, el orden de los registros, el uso de índices de tablas y las consultas con predicado.

- **Consultas básicas.-** La sintaxis básica de una consulta de selección es la siguiente:

```
SELECT
  Campos
FROM
  Tabla
```

Campos: es la lista de campos que se deseen recuperar

Tabla: es el origen de los mismos.

- **Ordenar los registros.-** Se puede especificar el orden en que se desean recuperar los registros de las tablas mediante la cláusula ORDER BY Lista de Campos. En donde Lista de campos representa los campos a ordenar. Con esta cláusula se altera el orden de visualización de las filas de la tabla pero en ningún caso se modifica el orden de las filas dentro de la tabla. En la figura 4.8 se expone un ejemplo de esta cláusula.

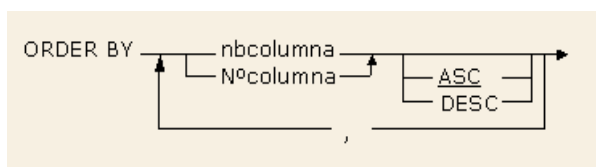


Figura. 4.8. Order by

- **Uso de índices de las tablas.-** Si se desea que la sentencia SQL utilice un índice para mostrar los resultados se puede utilizar la palabra reservada INDEX de la siguiente forma:

```
SELECT ... FROM Tabla (INDEX=Indice) ...
```

Normalmente los motores de las bases de datos deciden qué índice se debe utilizar para la consulta, para ello utilizan criterios de rendimiento y sobre todo los campos de búsqueda especificados en la cláusula WHERE. Si se desea forzar a no utilizar ningún índice se utiliza la siguiente sintaxis:

SELECT ... FROM Tabla (INDEX=0) ...

- **Consultas con predicado.**- El predicado se incluye entre la cláusula y el primer nombre del campo a recuperar, los posibles predicados son:

ALL: Si no se incluye ninguno de los predicados se asume ALL. El motor de base de datos selecciona todos los registros que cumplen las condiciones de la instrucción SQL y devuelve todos y cada uno de sus campos.

TOP: Permite sacar las n primeras filas de la tabla de origen. Siempre se guía por la columna de ordenación, la que aparece en la cláusula ORDER BY o en su defecto la clave principal de la tabla.

DISTINCT: Omite los registros que contienen datos duplicados en los campos seleccionados. Para que los valores de cada campo listado en la instrucción SELECT se incluyan en la consulta deben ser únicos.

Para realizar una consulta a la base de datos generada se ha procedido a ingresar al SQL y se crea una consulta (*Query en inglés y más común de usar*) que tiene la siguiente estructura:

```
SELECT TOP (5000) [TagName], [StartDateTime], [Value] FROM  
[History] where [TagName] like '%GCS%'AND [StartDateTime] >= {0}  
AND [VALUE] IS NOT NULL order by [StartDateTime] desc
```

De esta manera se realiza una consulta a la base de datos usando las sentencias SQL antes explicadas. Como resultado se obtiene los datos que se muestran en la figura 4.9.

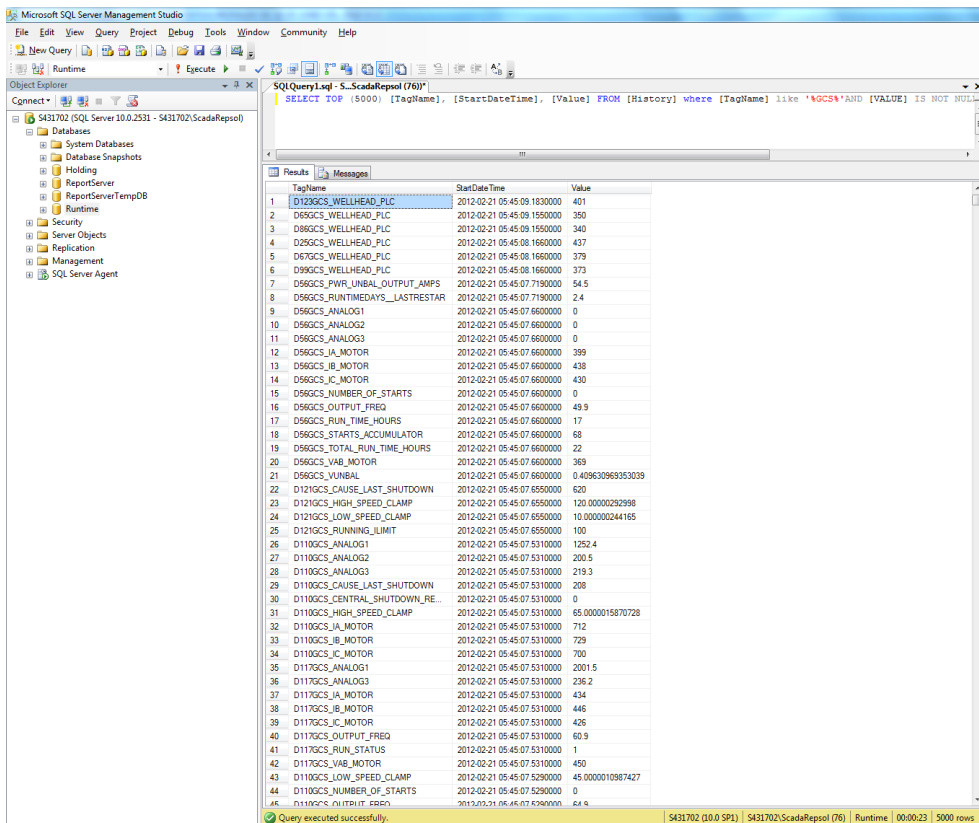


Figura. 4.9. Consulta realizada a la base de datos

4.2. WONDERWARE HISTORIAN

4.2.1. Descripción general

Wonderware Historian ofrece flexibilidad, escalabilidad configurable, y una alta fiabilidad. El componente Wonderware Historian de *System Platform* es una base de datos para información histórica de alto desempeño en tiempo real cuya introducción de datos se la realiza automáticamente. El componente Historian combina el poder y la flexibilidad de una base de datos con la velocidad y la compresión de un verdadero historiador de proceso, de esta manera integra a la oficina con la zona de producción de la fábrica o cualquier operación industrial.

Wonderware Historian está diseñado para recolectar una amplia variedad de datos de sistemas productivos directamente desde las máquinas de la planta a resolución completa y a alta velocidad, de esta manera garantiza que los tomadores de decisiones a todos los niveles cuenten con los datos que necesitan para impulsar iniciativas de mejoramiento de la productividad.

Wonderware Historian es cientos de veces más rápido que los sistemas de bases de datos estándar y sólo usa una pequeña fracción del espacio para almacenar los datos esto permite reducir los tiempos de trabajo. Sus avanzadas funciones de recuperación de datos le permiten al personal generar rápidamente la información detallada para tomar decisiones de proceso y rendimiento para ser evaluada, permitir el acceso a la información correcta al momento de identificarse un problema, responder más rápido a las necesidades de mantenimiento con las personas adecuadas en tiempo real.

El Historian es útil para las operaciones de infraestructura y manufactura industrial. Además, genera información accionable lo que permite tomar decisiones de manera más rápida y precisa. El Historian

además unifica la información proveniente de múltiples sistemas de manufactura y HMI/SCADA, en la figura 4.10 se observa la arquitectura de este sistema.

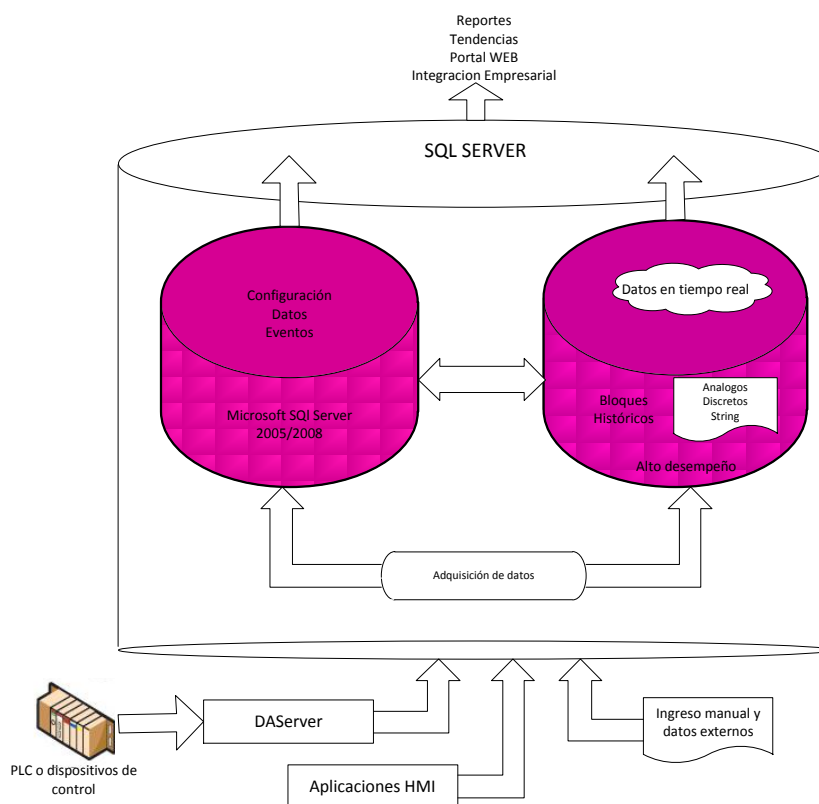


Figura. 4.10. Arquitectura del sistema Wonderware Historian³¹

Los principales beneficios que se pueden tener con el sistema Wonderware Historian son:

- Diseñado para todas las operaciones de infraestructura y manufactura industrial.
- Genera información accionable, permitiendo tomar decisiones de manera más rápida y precisa al personal.
- Unifica la información proveniente de múltiples sistemas de manufactura y HMI/SCADA.

³¹ Figura tomada del portal de Wonderware Historian y traducida a Español.

- Escalable para cualquier tamaño de aplicación.
- Completamente integrado con la arquitectura ArcestrA de Wonderware y el Wonderware System Platform.
- La toma de datos se realiza de manera automática.
- Registro de datos de planta completa y precisa que permite al personal de la planta encontrar oportunidades para mejorar el rendimiento de las mismas.

4.2.2. Configuración

Para la configuración del sistema Wonderware Historian se deben verificar varios factores que permitan un correcto funcionamiento de este software. A continuación se procede a detallar cada uno de las configuraciones que se deben realizar y los requisitos necesarios:

- Se requiere una versión de Microsoft SQL Server instalada con anterioridad a este programa con una versión 2005, 2008 o superior.
- El Historian debe correr con Microsoft SQL Server con el nombre local de la computadora por defecto.
- Se debe asegurar que el SQL Server se ha instalado como aplicación de 32 bits, puesto que Wonderware Historian no trabaja bajo SQL Server de 64 bits.
- Una vez instalado el programa Wonderware Historian³² se procede a verificar el estado de operación como se muestra en la figura 4.11, luego se procede a realizar la configuración respectiva.

³² Ver anexos de instalación.

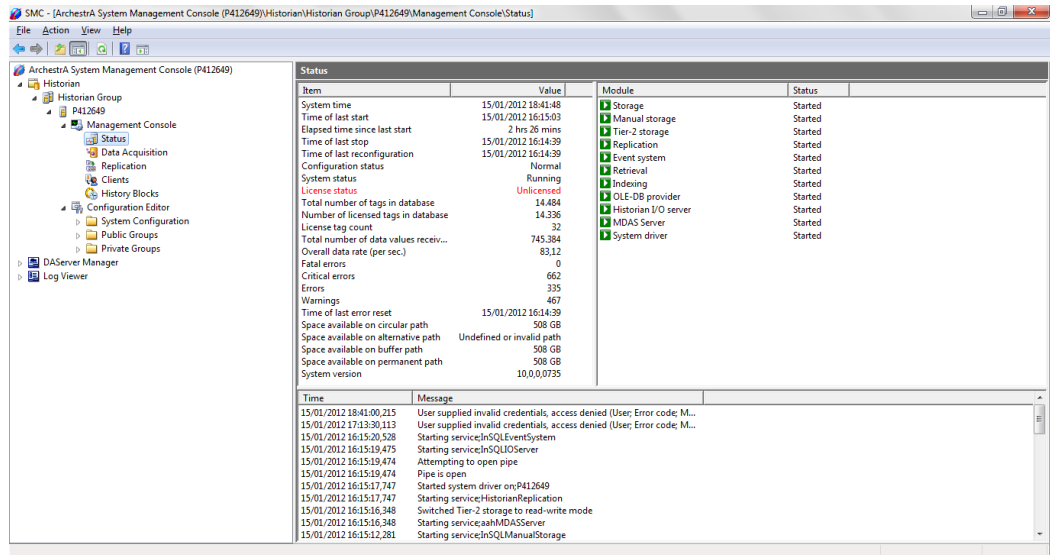


Figura. 4.11. Estado de operación del Historian

Los siguientes pasos muestran la configuración realizada en Historian para esta aplicación en particular:

- I. Verificar el estado de inicio del programa en SMC. Se dirige a Historian/HistorianGroup/P412649(Host)/Management Console/Status Como se presenta en la figura 4.12. los módulos han sido inicializado. El estado de color verde nos indica que estos se encuentran iniciados correctamente, caso contrario el color es rojo e indica que el modulo está detenido, con lo que se recomienda esperar al menos un minuto. Si el problema persiste se debe reiniciar nuevamente la consola.

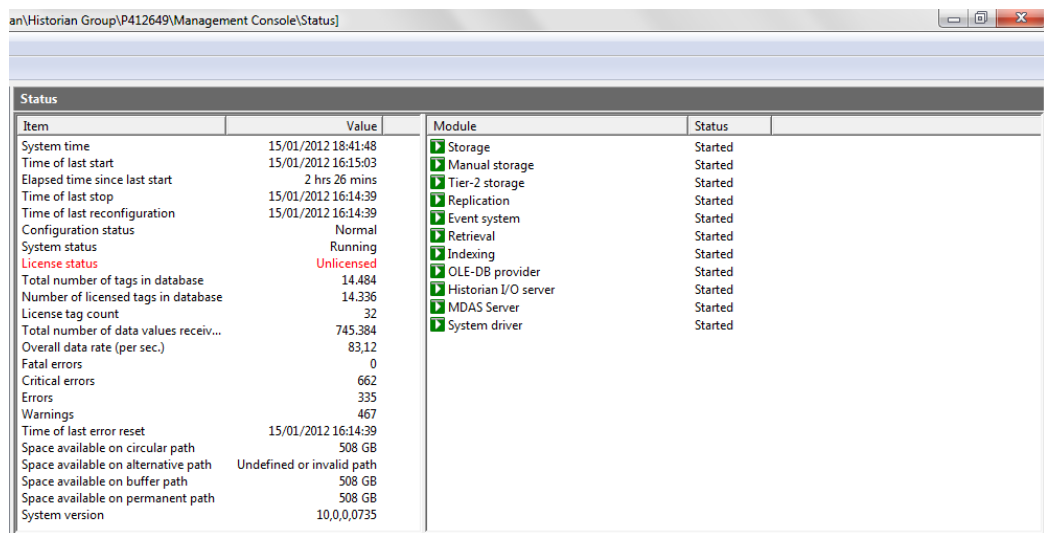


Figura. 4.12. Estado de inicialización de los módulos del Historian

- II. Nos dirigimos a editar la configuración a través del *Configurator Editor*, ingresamos a *public groups*, damos clic derecho sobre *InTouch Nodes* y escogemos *Import Tags* como se despliega en la figura 4.13.

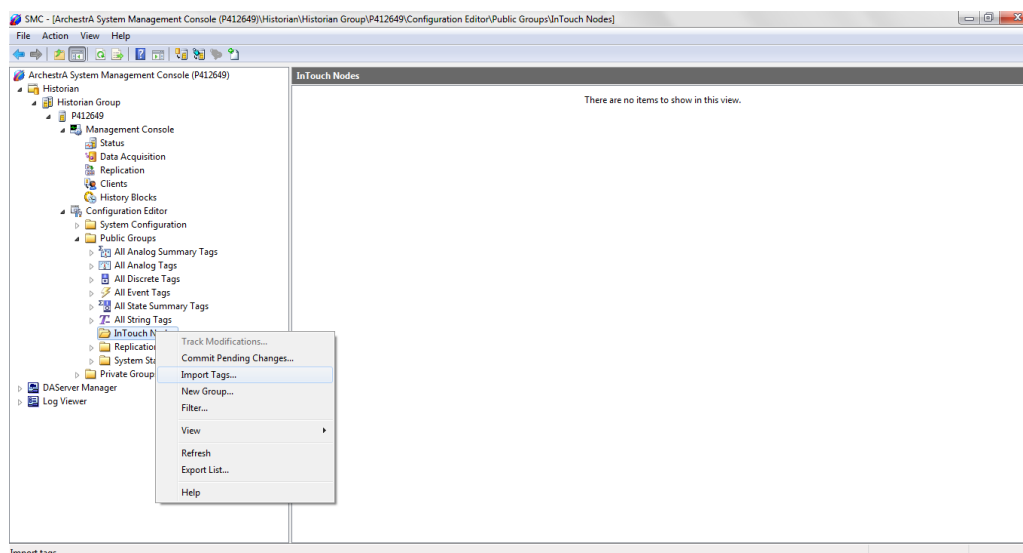


Figura. 4.13 Importación de tags

- III. Se despliega una pantalla que nos guía paso a paso para realizar la importación de los tags hacia Historian. En la figura 4.14 se detalla el primer paso a seguir, se da clic en *Next*.



Figura. 4.14. Importando los tags hacia el Historian

- IV. La siguiente pantalla que se visualiza es la que nos permite agregar los tags de la aplicación de InTouch. Se da clic sobre el botón *Add* como se indica en la figura 4.15.

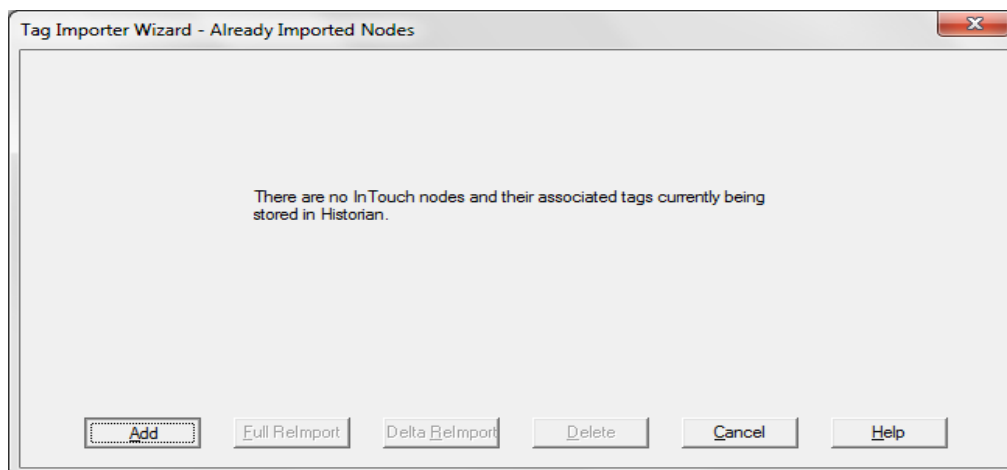


Figura. 4.15. Agregando los tags a ser importados

- V. A continuación se dirige a la ubicación de la aplicación en InTouch, y se selecciona el archivo con el nombre *tagname.x*, este archivo tiene todos las *tags* de la aplicación de InTouch tal como se muestra en la figura 4.16.

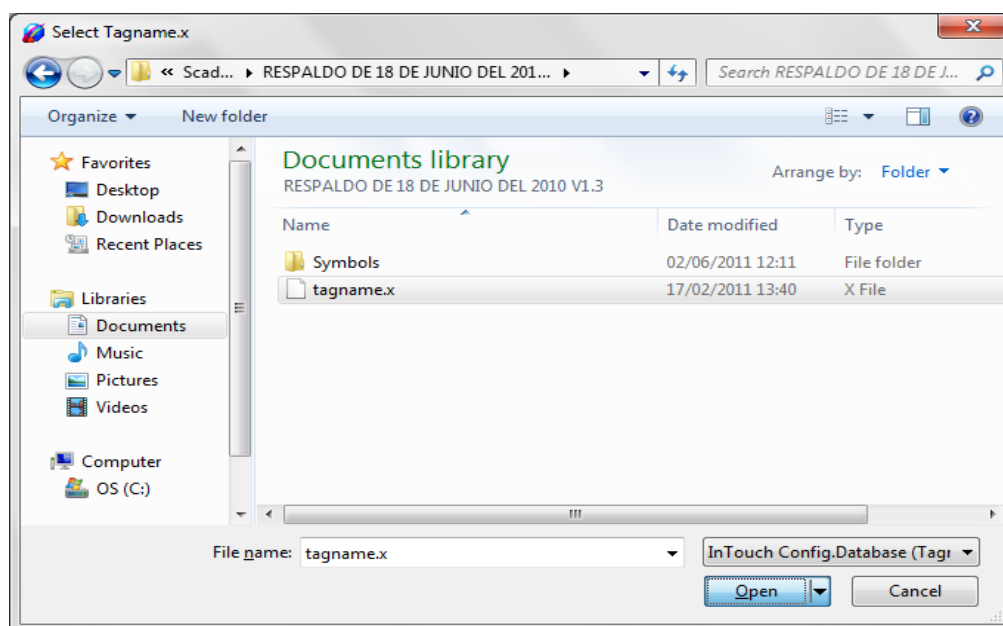


Figura. 4.16. Seleccionando la base de datos de los tags

- VI. Una vez escogido el archivo que contiene los *tags*, se despliega otra pantalla donde indica el nombre de la máquina, y la dirección raíz conocida como *Path*, de donde se ubica nuestra aplicación, esto se observa en la figura 4.17, se procede a dar clic en *Next*.

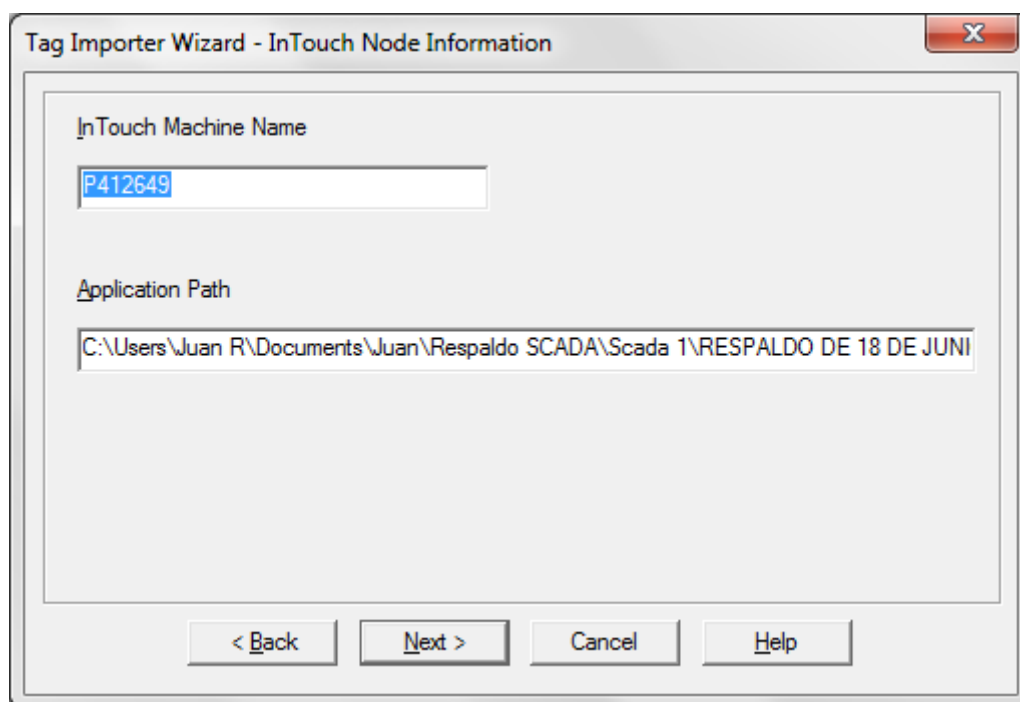


Figura. 4.17. Verificación de información de la aplicación

- VII. La siguiente ventana que aparece es la que se indica en la figura 4.18, esta ventana permite importar *tags* duplicados, pero para esta aplicación no se tiene *tags* duplicados por lo que se procede a escoger la opción de *Bypass Uniqueness String*, y se da clic en *Next*.

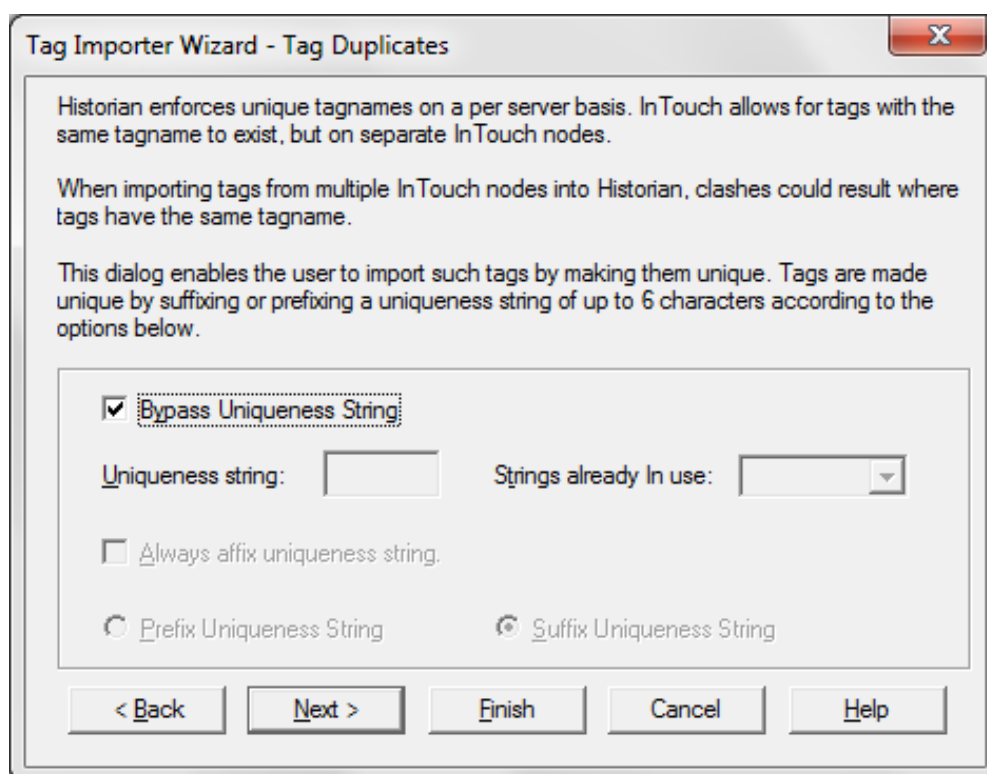


Figura. 4.18. Importación de tags únicos.

- VIII. La siguiente ventana permite filtrar los *tags* que se van a importar. Si se escoge la opción *Topics* es posible escoger los *Access names* deseados. Por defecto el historian importa todos los *tags*. Para esta aplicación se procede a importar todos los *tags*, por lo que se escoge *All* bajo *Categories* como se enseña en la figura 4.19. Se da clic en *Next* para seguir configurando la importación de *tags*.

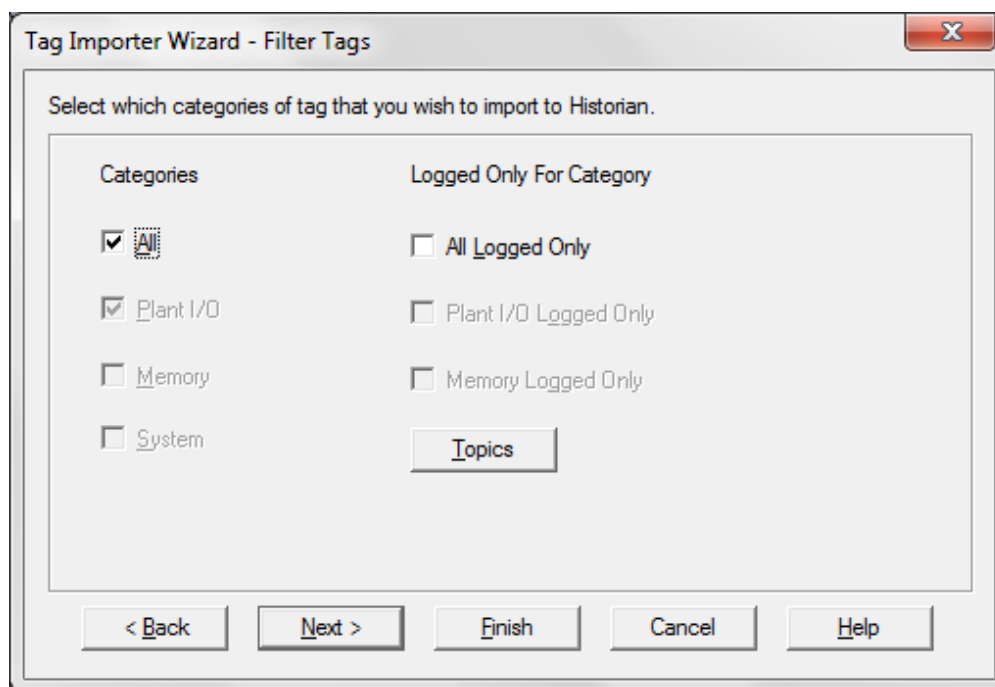


Figura. 4.19. Filtro de tags

- IX. El siguiente parámetro a configurar es el tipo de almacenamiento de los *tags*. Existen tres métodos para el almacenamiento de datos que son el cíclico, delta y forzado. Para la aplicación se utiliza el delta debido a que este método almacena los *tags* que varían, ayudando de esta manera en el ahorro de espacio en la base de datos. En la figura 4.20 se expone los distintos tipos de almacenamiento que se pueden escoger, luego se da clic en *Next*.

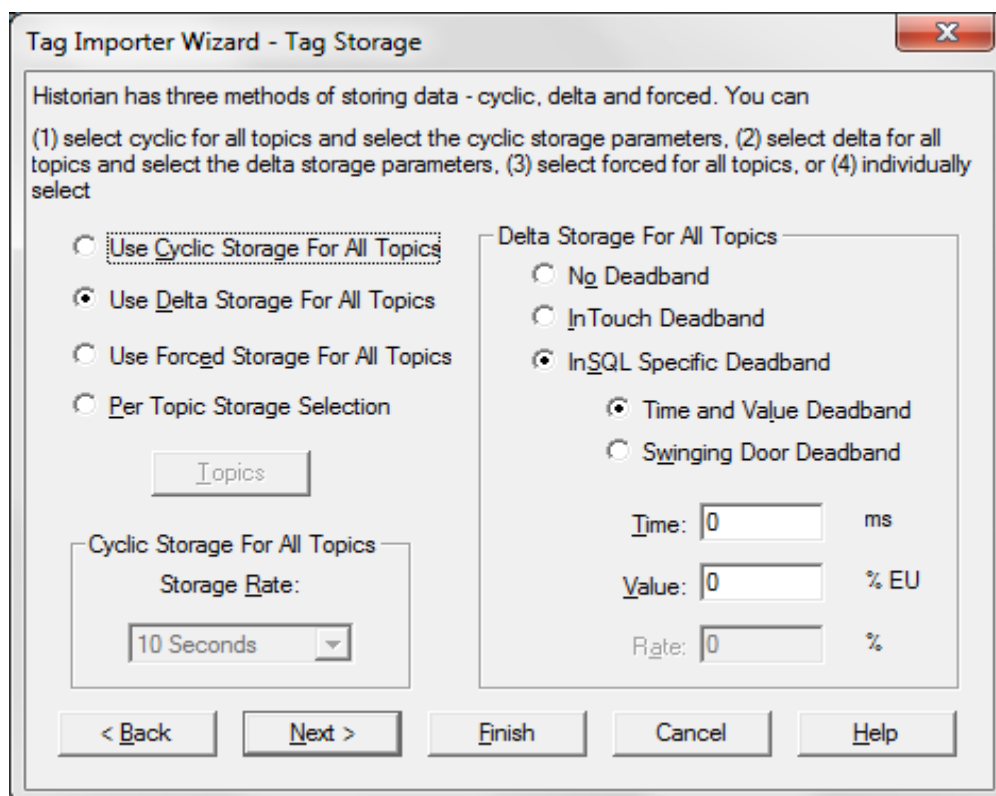


Figura. 4.20. Tipo de almacenaje de los tags

- X. Luego de haber configurado todos los parámetros para la importación de los tags aparece una ventana de información como la que se muestra en la figura 4.21 indicando que la configuración ha finalizado, y se da clic en *Finish*.

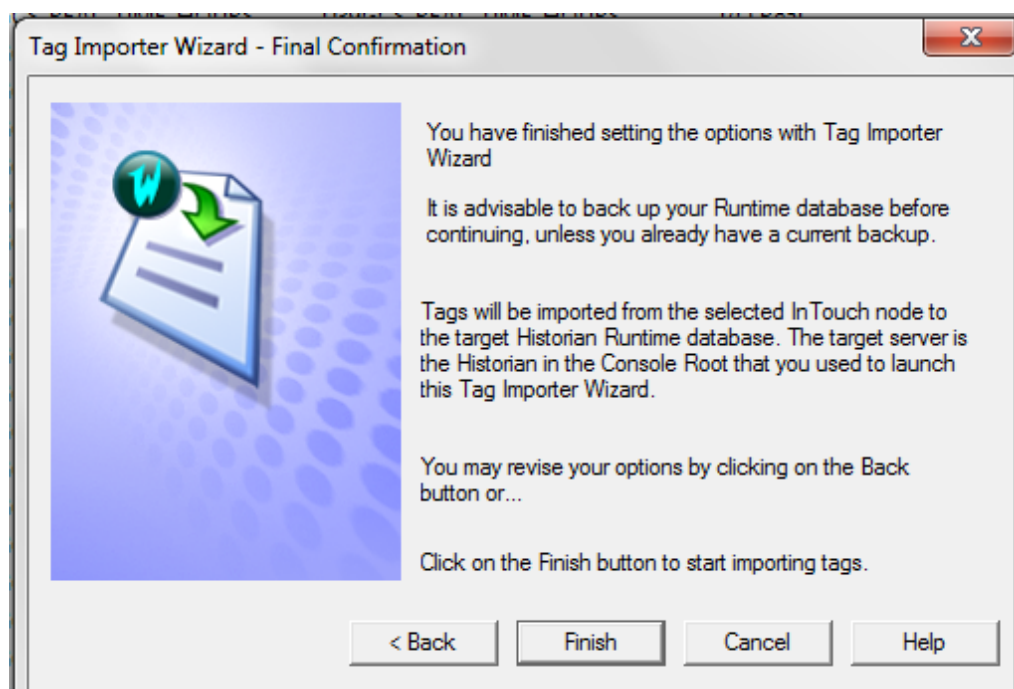


Figura. 4.21. Confirmación final de la importación de tags

- XI. Finalmente aparece una pantalla como se exhibe en la figura 4.22. donde se observa el número de tags que se están importando y los que se filtran.

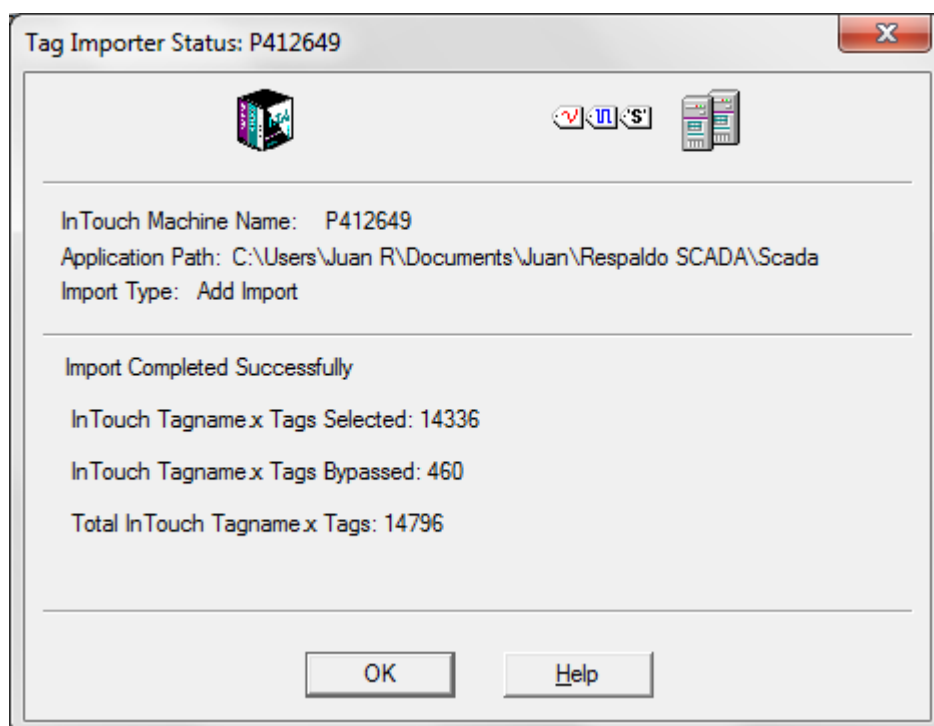


Figura. 4.22. Estado de la importación de tags

Para verificar todos los tags que se han importado se debe abrir la consola (SMC) y dar clic sobre Historian/Historian Group/ P412649³³/ Configuration Editor/System Configuration/Storage/Imported Nodes/ P412649 como se representa en la figura 4.23. Cabe recalcar que la licencia del software Wonderware Historian permite solo 5000 tags para generar la base de datos, por lo que es necesario escoger solo los tags que van a ser útiles para la base de datos, los demás se los elimina.

³³ Se debe poner el nombre del Host en donde se corra la aplicación.

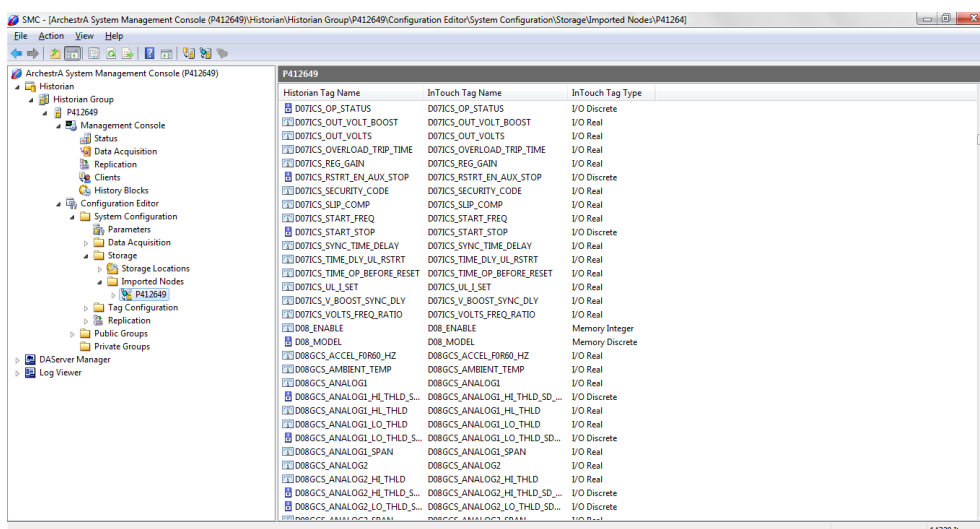


Figura. 4.23. Visualización de los tags importados

4.2.3. Comunicación con SQL

Para la comunicación con el SQL es necesario realizar un registro al Historian, para lo cual se debe realizar los siguientes pasos:

- I. Se ingresa a la consola de Archestra y se dirige a *Historian Group*, se da clic derecho y se escoge *New Historian Registration* como se observa en la figura 4.24.

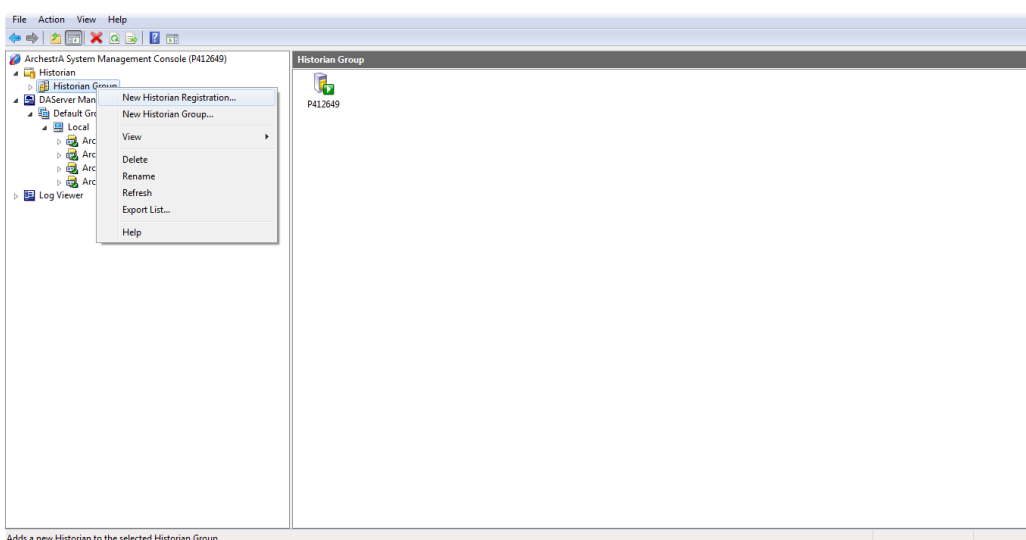


Figura. 4.24. Creando el registro del Historian

II. Se procede a ingresar los datos que se muestran en la figura 4.25, en donde:

- Historian: Permite escoger el host donde está instalado el Historian.
- Domain: Va igual que en el espacio anterior, ya que pertenece al nombre del equipo.
- Login Name: Es el usuario de red, es decir con la cuenta que se encuentra iniciado sesión en Windows.
- Password: Es el mismo password de autenticación de Windows.

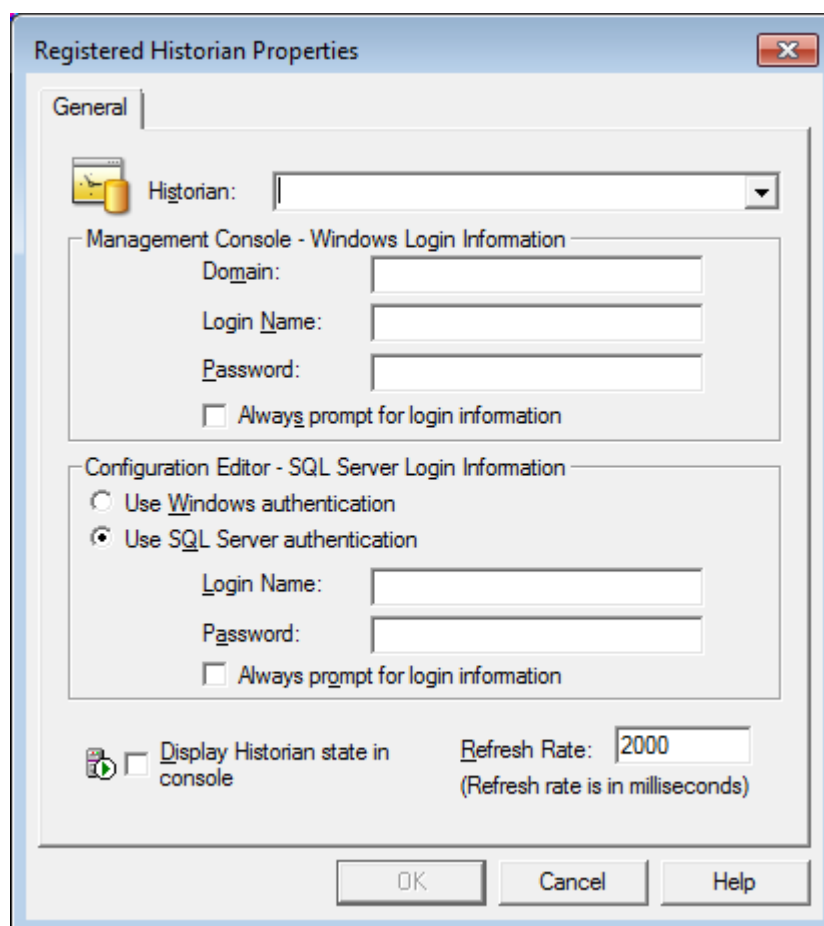


Figura. 4.25. Propiedades del registro de Historian

En la parte de *Configuration Editor* es donde se configura la información para acceder al servidor SQL, en donde:

- Use Windows authentication: Usa la autenticación de inicio de sesión en Windows.
- Use SQL Server authentication: Usa la autenticación de SQL que se debe registrar previamente en el servidor de SQL.

Para esta aplicación se procedió a configurar todos estos parámetros como se exhibe en la figura 4.26, siendo la autenticación de Windows la elegida para acceder al SQL.

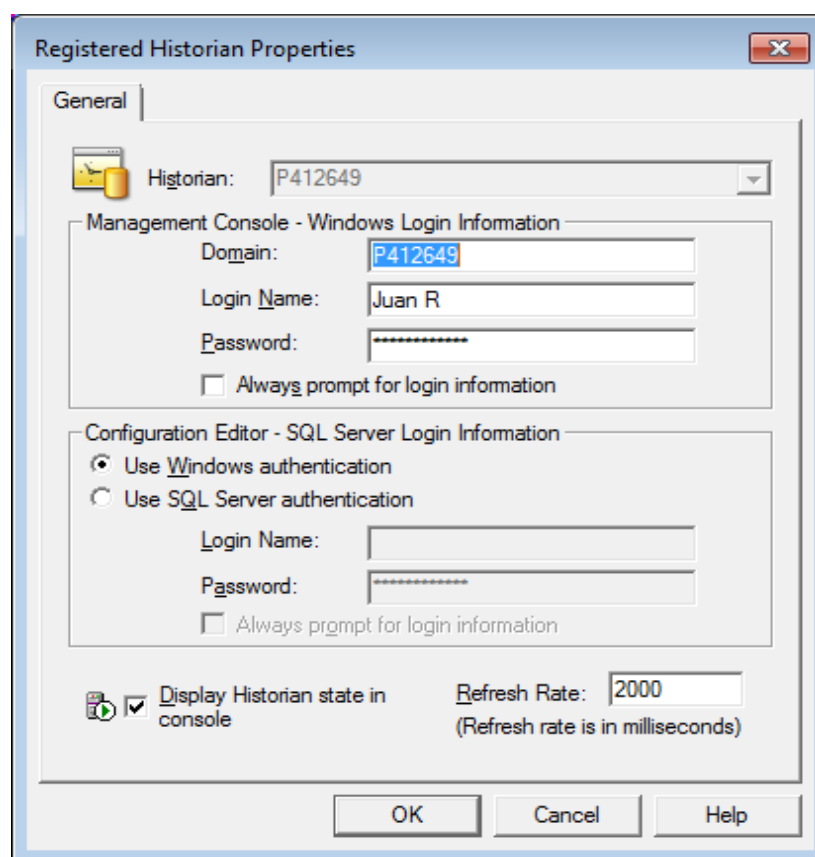


Figura. 4.26. Configuración del registro de Historian

La configuración de este registro depende exclusivamente de como el usuario desea autenticar al Historian.

4.3. ENLACE SCADA

4.3.1. Enlace SCADA local con SCADA remoto

Para realizar el enlace del SCADA local al SCADA remoto se debe instalar dos programas que permitirán exportar los datos hacia el internet. Los programas son:

- eLynxRPI Transport Client³⁴
- eLynx Universal DB Data Snapshot³⁵

El software de Interfaz Remota de Polling (RPI por sus siglas en inglés Remote Polling Interface) permite realizar la solicitud (polling) de datos al Historian para llevar dicha información a una dirección IP de destino.

Una vez instalado estos dos programas se procede a configurar cada uno de ellos.

Para la configuración del *eLynxRPI Transport Client* se debe ingresar a la dirección raíz donde fue instalada el programa, para este caso en particular se encuentra ubicado en *C:\Program Files (x86)\eLynx\eLynxRPI TransportClient*, y se ingresa al archivo *eLynxRPI_TransportClientService*, el mismo que debe agregar la siguiente configuración.

```
<configuration>
<appSettings>
<add key="RunEveryXMinutes" value="5" />
<add key="WatchDirectory" value="C:\RPI Data" />
<add key="CompressedDirectory" value="C:\RPI Data\Compressed" />
<add key="ArchiveDirectory" value="C:\RPI Data\Archived" />
```

34 Ver anexos de instalación.

35 Ver anexos de instalación.


```

<add key="FileIdentifier" value="identificador_" />
<add key="FilesToTransfer" value="*.xml" />
<add key="TransmissionTimeoutMinutes" value="5"/>
!<add key="WebServiceURL"
value="http://65.70.64.3/eLynxRPI_TransportServer/Receive.asmx" />
</appSettings>
</configuration>

```

Para la configuración del eLynx Universal DB Data Snapshot se debe ingresar a la dirección raíz donde fue instalada el programa, para este caso en particular se encuentra ubicado en *C:\Program Files (x86)\eLynx\ eLynx Universal DB Data Snapshot*, y se ingresa al archivo *UniversalDBDataSnapshotService*, el mismo que debe agregar la siguiente configuración.

```

<DataQuery
  autodailymodeindays="5"
  dbcommandtimeout="180"
  dbconnectionstring="Data Source=localhost;Initial
Catalog=Runtime;User ID=Vision;Password=alert;"
  dbconnectiontimeout="30"
  dbconnectiontype="MSSQL"
  dbtimeoffsetminutes="0"
  description="Vision SQL SnapShot"
  frequencyinseconds="300"
  lastsnapshotdatetimetypeformat="\yyyy/MM/dd HH:mm:ss\"
  outputfilebasename="Cliente"
  outputpath="C:\RPI Data\"
  queryruntime=""
  shortdescription="Vision_SQL_1"
  snapshottimeoffsetminutes="0"
  sqlquery="SELECT TOP (5000) [TagName], [StartDateTime], [Value]
FROM [History] where [TagName] like '%Sys%'AND [StartDateTime]
&gt;= {0} AND [VALUE] IS NOT NULL order by [StartDateTime] asc"

```

```
sqlqueryautodailymode="SELECT TOP (5000) [TagName],  
[StartDateTime], [Value] FROM [History] where [TagName] like '%Sys%'  
AND [StartDateTime] >= {0} and [StartDateTime] < {1} order by  
[StartDateTime] asc"  
tagidentifierprefix="JC"  
taguniqueidentifiercolumn="TagName"  
tagvaluecolumn="Value"  
tagvaluetimecolumn="StartDateTime"  
timestampoffsetminutes="0"  
xmlmaximumcount="10000"  
</>  
</DataQueries>
```

Estas configuraciones vienen dadas por personal de soporte de la empresa Elynxtech, la misma que es la encargada del desarrollo de este sistema de monitoreo remoto. Dicha empresa brinda este tipo de servicio a Baker Hughes a nivel mundial.

En la figura 4.27 se explica cómo se transmiten los datos desde el sistema SCADA hacia el sistema de monitoreo remoto, el mismo que almacena los datos en los servidores Vision.

DIAGRAMA DE TRANSMISIÓN DE DATOS HACIA LOS SERVIDORES VISION



Figura. 4.27. Diagrama de transmisión de datos hacia los servidores Vision

4.3.2. Visualización de datos en el sistema XPVision

Una vez finalizado todas las configuraciones necesarias para la visualización de datos en el sistema de monitoreo remoto XPVision se debe acceder a la cuenta de usuario corporativa para poder obtener toda la información perteneciente al SCADA local. En este caso en particular se debe ingresar a **www.bakerhughesdirect.com** e ingresar el usuario y contraseña respectiva asignada. En la figura 4.28 se despliega la pantalla que aparece al ingresar a la dirección web antes mencionada.

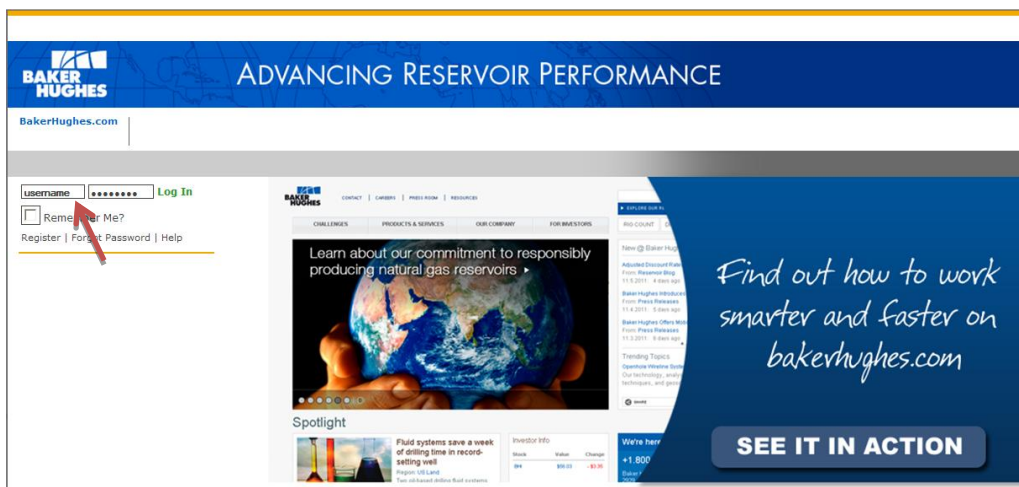


Figura. 4.28. Ingreso de usuario y clave de acceso personal

Luego de acceder a mi cuenta de usuario se procede a dar clic sobre WellLink Vision como se señala en la figura 4.29. Esto me permite ingresar al sistema de monitoreo remoto.

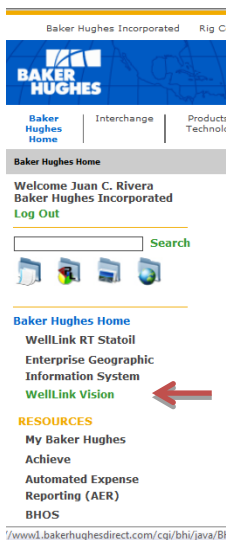


Figura. 4.29. Acceso a WellLink Vision

Finalmente en la figura 4.30 se tiene la pantalla principal donde se pueden observar los parámetros de operación de los equipos. Todas las columnas que tienen datos son configurables, es decir se puede añadir o quitar la que se desee. Este tipo de sistema es totalmente configurable por cada uno de los usuarios, dándole cada uno la privacidad y seguridad de manejar el sistema de acuerdo a sus necesidades.

Polled Devices [8]

Display Name ^	Status-Motor	Status-Hz (Hz)	Press-Pump Discharge (Pd) (PSIA)	Press-Pump Intake (Pi) (PSIA)	Temp-Motor (F)	Temp-Pump Intake (F)	Press-Tubing (PSIA)	Pwr-Output Amps Ph A (Amps)	Pwr-Output Amps Ph B (Amps)	Pwr-Output Amps Ph C (Amps)
Pozo A1	Running	60.0	3,537.6	372.4	229.36	218.55		579	517	546
Pozo A-104	Running	56.9	3,016.2	1,764.1	221.63	203.19	418.0	477	461	422
Pozo A-107	Running	62.9	3,178.9	1,828.0	246.13	202.78	414.0	626	561	586
Pozo A-108	Running	55.9	2,932.8	1,737.4	236.90	200.96	397.0	563	516	532
Pozo A14	Running	65.0	3,627.1	2,102.5	233.85	207.96	344.0	602	536	564
Pozo A-21 Ui	Running	59.8	3,038.8	877.4	273.97	220.54	346.0	603	610	611
Pozo A-21 Us	Running	58.0	3,319.3	660.6	260.72	221.29	374.0	411	452	432
Pozo A-52	Running	64.9	3,862.6	1,922.5	273.56	216.08	354.0	262	234	246
Count: 8			3314.16	1408.11	247.02	211.42	378.14	515.38	485.88	492.38

Figura. 4.30. Pantalla principal del monitoreo remoto

La figura 4.31 representa la interfaz de usuario principal en el sistema de monitoreo remoto XPVision. Esta se compone de cinco partes importantes que son My toolbar, Group hierachy sidebar, Hierachydropdown, Summary listing Area y Related pages dropdown. Cada una de ellas se explica en la en la tabla 4.6.

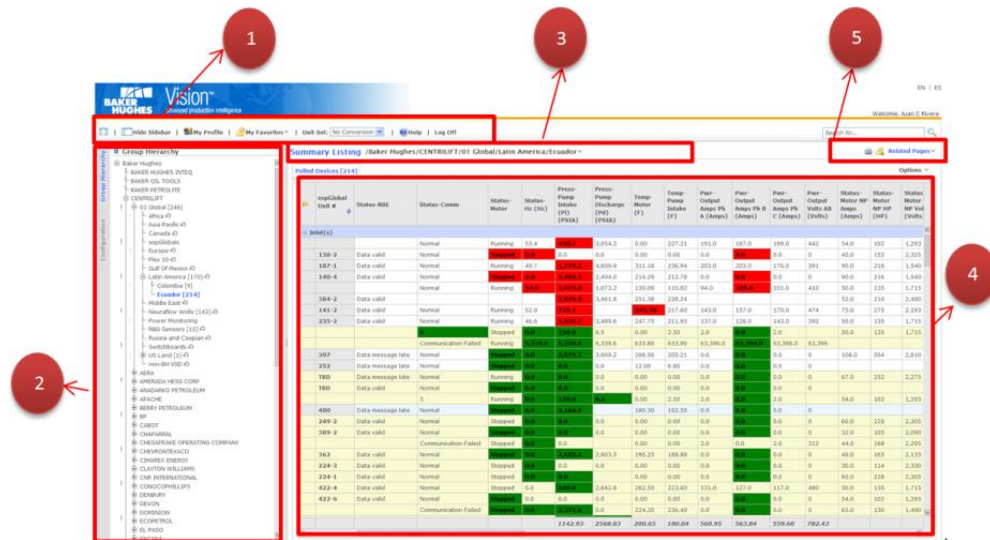


Figura. 4.31. Interfaz de usuario

Tabla. 4.6. Componentes de la interfaz de monitoreo remoto XPVision

1	My Toolbar	Permite personalizar su propio perfil, los favoritos, y ver la página completa.
2	Group Hierarchy Sidebar	Permite ver un grupo diferente de los dispositivos el Summary Listing Area (esta sección se puede ocultar para maximizar el espacio página real).
3	Hierarchy Dropdown	Es otra forma que nos permite navegar por la jerarquía de grupos
4	Summary Listing Area	Esta área muestra el grupo de dispositivos que ha seleccionado en la jerarquía del grupo y los valores de los datos.
5	Related Pages Dropdown	Aquí se encuentran los elementos de menú relacionados con el nivel correspondiente a cada jerarquía.

El sistema de monitoreo XPVision tiene muchas ventajas entre las que se destacan son:

- I. Gráficas de históricos de tendencias de los parámetros de operación del equipo y del sensor de fondo. En la figura 4.32 se tiene las gráficas del pozo A-104, de esta manera se conoce cómo se comporta este equipo en particular. Como se explicó anteriormente esta gráfica puede ser configurada por el usuario para visualizar los datos que requiera. Se puede exportar dichos datos a una hoja de trabajo en Excel para que ésta información sea de fácil manejo y manipulable, obteniendo así datos de forma instantánea.

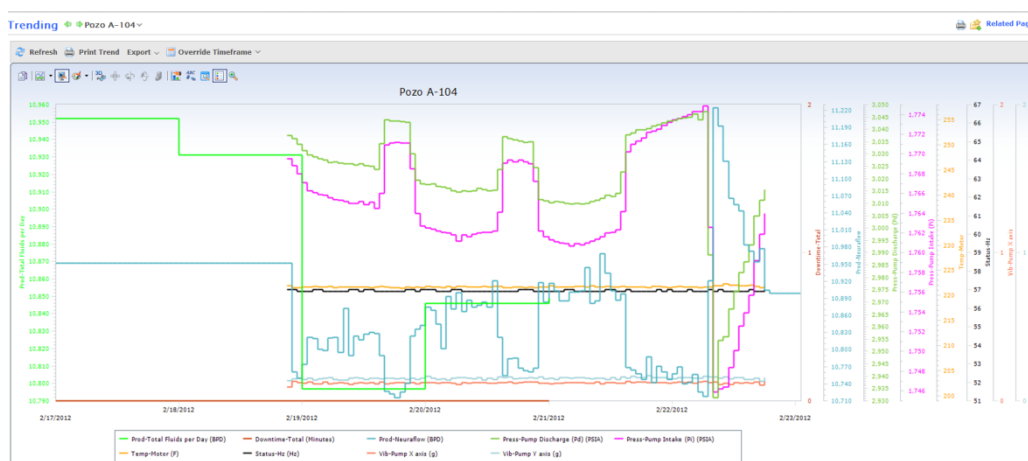


Figura. 4.32. Tendencias e Históricos

- II. Se puede conocer todos los datos del equipo instalado. Como se visualiza en la figura 4.33, este equipo tiene almacenado todas las partes que fueron instaladas tanto en fondo como en superficie.

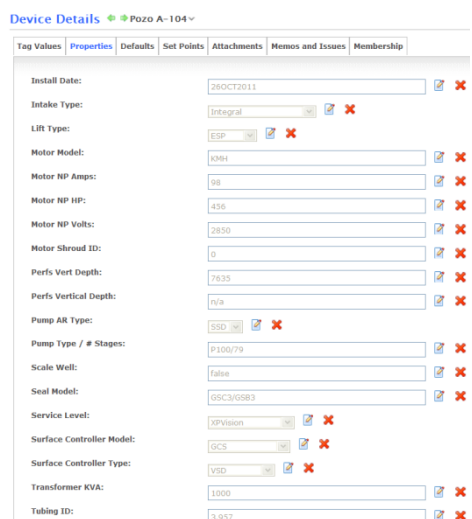


Figura. 4.33. Propiedades del pozo

III. Permite la configuración de alarmas de los parámetros de operación que se necesiten. En la gráfica 4.34 se tiene varias *setpoint* que permiten informar a los usuarios que una o más variables han salido de sus rangos de operación esperados. De esta manera se puede tomar acciones correctivas y/o preventivas.

Tag Name	Set Point Info	State
Pwr-Output Amps Ph B	Disminución de corriente en el VSD Alarm when the value is < 415.8 Amps	Normal (461 Amps)
Status-Hz	Disminución de frecuencia Alarm when the value is < 56 Hz	Normal (56.9 Hz)
Press-Pump Intake (Pi)	Disminución de presión de intake Alarm when the value is < 1856 PSIA	Normal (1,764.1 PSIA)
Status-Motor	Equipo detenido Alarm when the value is = 0	Normal (Running)
Pwr-Output Amps Ph B	Incremento de corriente en el VSD Alarm when the value is > 508.2 Amps	Normal (461 Amps)
Status-Hz	Incremento de frecuencia Alarm when the value is > 58 Hz	Normal (56.9 Hz)
Press-Pump Discharge (Pd)	Incremento de Pd, posible válvula cerrada Alarm when the value is > 3100 PSIA	Normal (3,016.2 PSIA)
Press-Pump Intake (Pi)	Incremento de presión de intake Alarm when the value is > 1856 PSIA	Normal (1,764.1 PSIA)
Temp-Motor	Incremento de temperatura de motor Alarm when the value is > 227 F	Normal (221.63 F)

Figura. 4.34. Configuración de alarmas

IV. Se puede obtener las cartas amperométricas del equipo ya sea en formato de 24 horas o de 7 días. En la figura 4.35 se refleja una carta amperométrica de los últimos 7 días de operación del equipo.

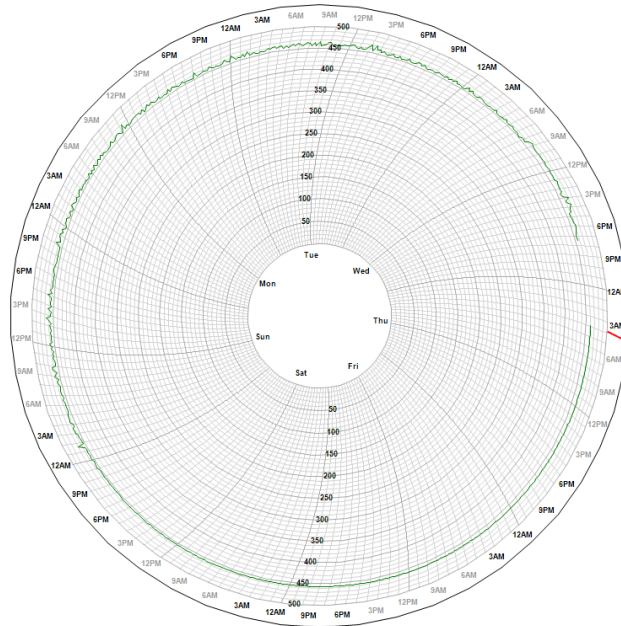


Figura. 4.35. Carta amperométrica

- V. Las alarmas configuradas se las puede enviar a un correo de notificación o al celular, de esta manera se tiene informado a todo el personal involucrado en la operación del pozo.

- VI. Análisis automático de la curva de operación de la bomba electrosumergible. En la figura 4.36 se visualiza las curvas de operación de la bomba obtenidas del sistema de monitoreo remoto.

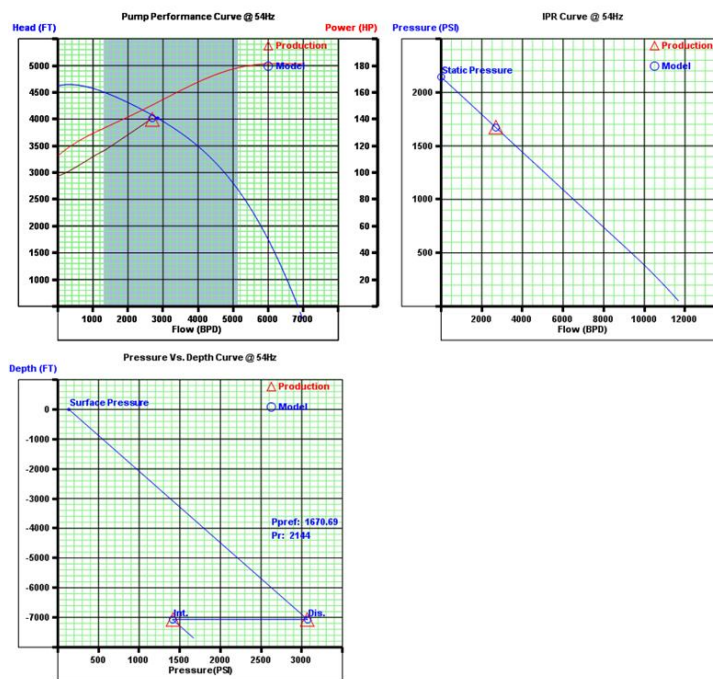


Figura. 4.36. Curvas de operación de la ESP

VII. Acceso al sistema desde cualquier dispositivo móvil como el mostrado en la figura 4.37.



Figura. 4.37. Acceso desde un dispositivo móvil

VIII. Análisis y toma de decisiones para mejorar el desempeño del equipo a través de los centros de monitoreo que bakerhughes posee a nivel local y mundial. Las figuras 4.38 y 4.39 corresponden a dos de los varios centros de monitoreo con los que Baker Hughes cuenta.



Figura. 4.38. Centro de monitoreo Baker Hughes-Quito



Figura. 4.39. Centro de monitoreo Baker Hughes- Houston

- IX. Optimización de producción de acuerdo a los parámetros de operación como el mostrado en la figura 4.40.

Potential Asset Optimization				
	Current Operation	Low Risk Optimization Recommendation*	Medium Risk Optimization Recommendation*	High Risk Optimization Recommendation*
Frequency (Hz)	51.2Hz	57.33Hz	57.7Hz	62.18Hz
Prod-Total Fluids per Day	1258.51BPD	1426.77BPD	1436.97BPD	1558.69BPD
Press-Pump Intake	1433.04Psi	1330.21Psi	1323.95Psi	1249.56Psi
Limiting Factor	None	None	Controller overvoltage. Required output voltage exceeds input voltage. Please fix input voltage or re-tap trafo. Contact Application Engineering for design review	Controller's required output voltage exceeds the controller rating. Lower frequency or increase step up transformer tap ratio to lower required voltage Contact Application Engineering for design review Controller overvoltage. Required output voltage exceeds input voltage. Please fix input voltage or re-tap trafo. Contact Application Engineering for design review
Net Possible Asset Gain (BOPD)	0	161.53BOPD	171.32BOPD	288.17BOPD
Today's Est. Oil Value (\$/BBL)	100.00 \$US	100.00 \$US	100.00 \$US	100.00 \$US
Estimated Daily Net Additional Income	0.00 \$US	16,152.77 \$US	17,131.81 \$US	28,816.74 \$US
Estimated Monthly Net Additional Income	0.00 \$US	484,583.10 \$US	513,954.22 \$US	864,502.20 \$US
Estimated Annual Net Additional Income	0.00 \$US	5,895,761.08 \$US	6,253,109.69 \$US	10,518,110.10 \$US

* - Need to verify surface equipment limitations prior to changing frequency of the pump.
It is the responsibility of the operator to weigh the risks of changing the frequency to the potential gains that may be seen in asset

Figura. 4.40. Reporte automático de optimización

- X. Este sistema es la mejor solución para manejo de datos, es así que gano el primer puesto en el año 2011 en los premios que otorga la industria petrolera a nivel mundial. En la figura 4.41 se tiene el premio obtenido en esta categoría.

[Home](#) > [Events](#) > [WO Awards](#) > [Winners](#)



World Oil
AWARDS 2011
10th Annual
A Decade of Achievement:
Recognizing Innovations of the Oil and Gas Industry

Navigation:

[Click here to watch the 2011 World Oil Awards video](#)

To read the 2011 Awards speech of keynote speaker Bob Peebler, CEO of ION Geophysical, click [Peebler 2011 WO Awards Keynote Speech](#)

Click [here](#) to see pictures from the October 13 event.

World Oil would like to congratulate its 2011 Award winners!

Best Completion Technology Award
CobraMax™ DM Service—Halliburton

Best Data Management & Application Solution Award
Vision Web-Based Monitoring System—Baker Hughes Incorporated



Figura. 4.41. Ganador 2011 en mejor Aplicación y Manejo de Datos

Estas son algunas de las múltiples ventajas que brinda el sistema de monitoreo remoto, el mismo que ha tenido gran acogida a nivel nacional y mundial debido a su gran eficiencia para mejorar el desempeño de cada uno de las bombas electrosumergibles en los pozos.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se realizó la actualización del sistema SCADA local a través de un solo sistema que integra todos los PAD's, disminuyendo el número de tags de 19000 a 14000.
- Para la base de datos se escogió las variables más importantes a ser monitoreadas a través del sistema de monitoreo remoto, quedando un total de 4200 variables a ser monitoreadas.
- Se cambió el tiempo de actualización de datos, que anteriormente se encontraba realizando el polling cada segundo asincrónicamente a sesenta segundos pero de manera sincrónica. De esta forma no se pierde más datos, haciendo al sistema más confiable y eficiente.
- Con el uso de tendencias de los parámetros de operación se controla la operación del equipo y se toma acciones preventivas o correctivas, permitiendo incrementar el tiempo de vida de los equipos electrosumergibles.

- El monitoreo remoto permite trabajar en forma conjunta con el departamento de ingeniería para la optimización y mejoras del equipo.
- Se reduce el número de viajes hacia los pozos para la toma de datos de fondo y superficie debido a que la información se encuentra almacenada en el sistema XPVision, esto evita costos de movilización y uso de personal para este trabajo.
- Con el uso del reporte automático de optimización, el cliente puede aumentar su producción desde un 5% hasta un 25%, dependerá de las condiciones que presente cada pozo.
- Al tener un sistema de supervisión y control remoto se puede evitar costos de workover que pueden oscilar entre 50000 a 400000 dólares, eso dependerá de la característica de cada pozo y equipo.
- Se logró reducir el tiempo de apagado de los equipos de 3 horas aproximadamente a un tiempo de respuesta de 30 minutos, evitando pérdidas de producción de 2 horas y 30 minutos en cada pozo.

5.2. RECOMENDACIONES

- Mantener los parámetros de operación dentro de los rangos permitidos para un mejor rendimiento del equipo.
- Considerar que la reducción del tiempo de polling, aumenta la cantidad de datos almacenada en la base de datos.
- El uso de las claves de acceso debe ser manejado únicamente por las personas autorizadas, ya que tienen ciertos niveles de permiso en donde se puede manipular el equipo de fondo y superficie.
- Si se apaga los servicios de comunicación tales como los DAServer, el RPI, o el SQL, no se almacena la información, por lo que se recomienda que el cliente mantenga en la medida de lo posible operando dichos servicios.
- No se debe cambiar la clave del usuario de Windows ya que se ha realizado la configuración del RPI con dicha clave.
- Cuando se desee ingresar un nuevo pozo al sistema, se debe notificar al departamento de Ingeniería de Baker Hughes –Centrilift para proceder a crear dicho pozo en el sistema XPVision.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ministerio de Energía y Minas, “Agenda Energética”, 2007.
- Informe sectorial Ecuador: Sector energético, PacificCredit Rating
- ADAIR, Paul. Completion Design Manual. Section 4: Artificial Lift Methods. 2003.
- HIRSCHFELDT Marcelo, Manual de bombeo de cavidades progresivas, versión 2008.
- Bombeo mecánico, <http://www.monografias.com/trabajos16/bombeo-mecanico/bombeo-mecanico.shtml#a>, 4 de Septiembre de 2011
- Levantamiento artificial por gas, <http://mediateca.rimed.cu/media/document/2710>, 4 de septiembre de 2011.
- Baker Hughes Centrilift, Submersible Pump Handbook, novena edición, USA 2009.
- SQL Server 2008, <http://www.desarrolloweb.com/manuales/9/>, 20 de Enero de 2012
- Wonderware Historian, <http://global.wonderware.com>, 10 de Enero de 2012.
- SQL Server 2008, <http://www.logic-control.com/media/InSQLConcepts>, 15 de Enero de 2012.

FECHA DE ENTREGA

El día 17 de Abril de 2012, en la ciudad de Sangolquí, firman en constancia de la entrega del presente Proyecto de Grado titulado “DISEÑO Y ACTUALIZACIÓN DEL SOFTWARE DEL SISTEMA DE MONITOREO SCADA LOCAL DE POZOS PETROLEROS PARA LA GENERACIÓN DE UNA BASE DE DATOS Y EL ENLACE CON UN SISTEMA DE MONITOREO REMOTO”, en calidad de Autor el Sr. Juan Carlos Rivera González estudiante de la carrera de Ingeniería Electrónica en Automatización y Control, y recibe por parte del Departamento de Eléctrica y Electrónica el Director de Carrera de Automatización y Control, el Señor Ing. Víctor Proaño.

Juan Carlos Rivera González

CC: 0401118344

Ing. Víctor Proaño

Director de Carrera de Automatización y Control