



UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - “ESPE”

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

“GENERACIÓN Y ANÁLISIS DE INDICADORES CLAVE DE DESEMPEÑO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA E
IMPLEMENTACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA PARA EL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE UNA
PLANTA CERVECERA”

AUTORES: WILLIAM STALYN PUMASUNTA FLORES
EDWIN ALEXANDER FARINANGO GARCIA

DIRECTORA: ING. HUGO RAMIRO ORTIZ TULCÁN, PhD.

QUITO-ECUADOR
AGOSTO -2022

1

- **Introducción**
- Antecedentes
- Justificación

2

- **Objetivos**
- General
- Específicos

3

- **Diseño de arquitectura de comunicación y Kpi's**
- Descripción de la planta cervecera tipo
- Metodología para el diseño de arquitectura de comunicación mediante OPC
- Metodología para el diseño de Kpi's de eficiencia energética
- Programación de Kpi's y diseño de HMI en software de eficiencia energética

4

- **Diseño e implementación de realidad aumentada**
- Metodología de diseño para realidad aumentada
- Implementación de realidad aumentada

5

- **Análisis y resultados**
- Kpi's
- Realidad Aumentada
- Dashboard y tendencias

6

- **Conclusiones y recomendaciones**

Emisiones producidas por el sector industrial.



Fuente: <https://static.abc.es/Media/201205/08/emisiones--644x362.jpg>

Realidad Aumentada



Fuente: <https://msinet.com.ar/noticias/wp-content/uploads/2021/02/Realidad-aumentada-1.jpg>



Fuente: <http://www.boquet.cat/wp-content/uploads/2018/03/eficiencia-energetica-2.jpg>



Fuente: <https://marketing.wearedrew.co/hubfs/Industria-4-0.gif>

Objetivo general

Crear indicadores clave de desempeño (Kpi's) de eficiencia energética mediante una arquitectura de comunicación OPC e implementación de un entorno de realidad aumentada en una aplicación móvil, para el beneficio de la gestión energética de la productividad y el mantenimiento de una planta.



Objetivos específicos

Diseñar una arquitectura de comunicación OPC para la recopilación de la información de sensores y consumo energético que proviene de distintos centros de control de una planta cervecera tipo.

Desarrollar indicadores de eficiencia con el fin de tener mediciones del comportamiento energético de la planta para análisis futuros de ahorro de energía.

Diseñar una HMI con los Kpi's obtenidos mediante un software de gestión de energía para la visualización y generación de reportes energéticos.

Diseñar una interfaz gráfica en un entorno de realidad aumentada por medio de una aplicación móvil para el monitoreo y mantenimiento de los principales equipos utilizados en una planta cervecera.

Implementar con fines de evaluación y validación la aplicación móvil con realidad aumentada en una planta cervecera tipo.

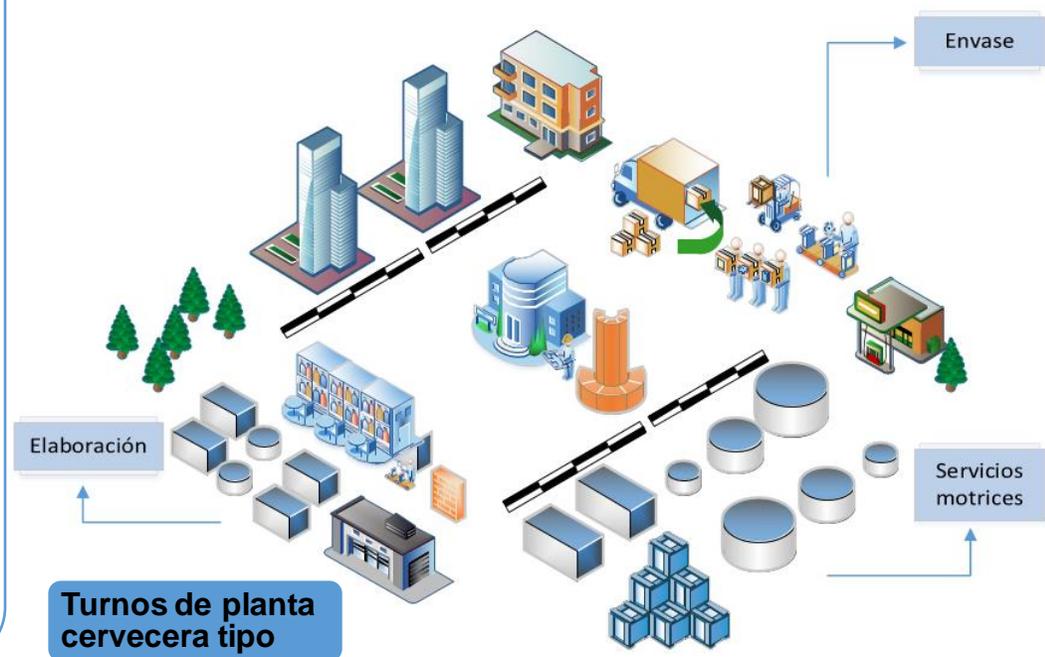
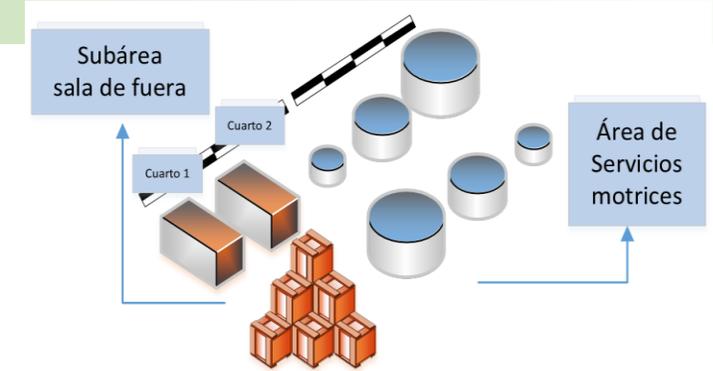
3. Diseño de arquitectura de comunicación y Kpi's

Descripción de la planta cervecera tipo

- Áreas de planta cervecera tipo**
- Servicios motrices
 - Sistemas de vapor
 - Sistemas de aire
 - Sistemas de frío
 - Sistemas de CO2
 - Planta de agua
 - PTAR
 - Iluminación PTAR
 - Sala de fuerza
 - Elaboración
 - Cocinas
 - Fermentación
 - Maduración
 - Filtración
 - Bodega de frío
 - Planta de secado
 - Envase
 - Iluminación envase
 - Línea envase de agua
 - Dispensador de barriles
 - Línea # 1
 - Línea # 2
 - Despacho
 - Administración.

Área de elaboración

- Cocinas
- Maduración
- Fermentación
- Filtración
- Bodega de frío



Área de envase

- Iluminación de envase
- Línea de envase agua
- Dispensador de barriles
- Línea 1
- Línea 2

Área de servicios motrices

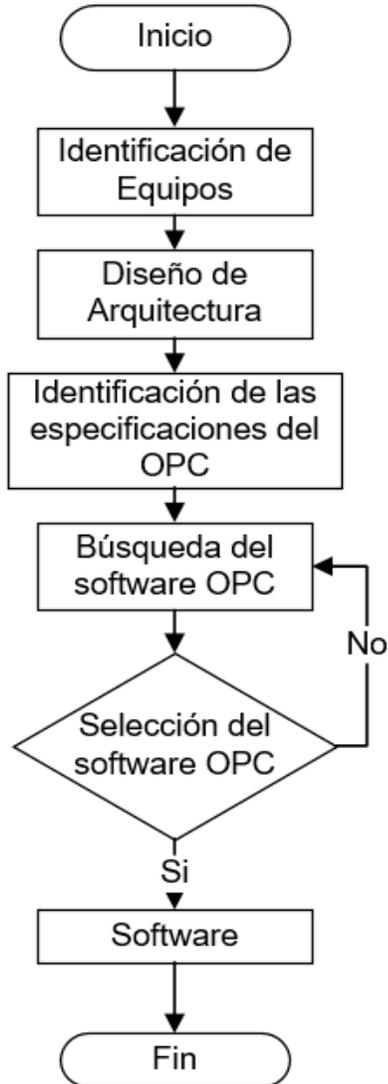
- Sistema de vapor
- Sistema de aire
- Sistema de frío
- Sistema de CO2
- Sistema de agua
- PTAR
- Iluminación PTAR
- Sala de fuerza

Turnos de planta cervecera tipo

- 7H00 AM
- 15H00 PM
- 23H00 PM

↑ 24 Áreas

Metodología para el diseño de arquitectura de comunicación mediante OPC

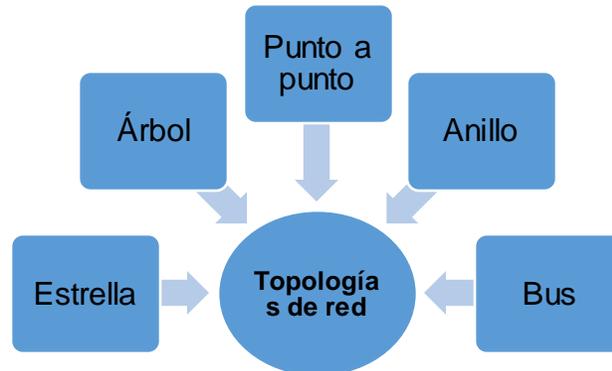


Equipo	Nivel en la red industrial	Tipo de comunicación
Medidor de energía	- Nivel de campo y proceso	- Ethernet
Medidor de caudal/másico	- Nivel de campo y proceso	- Ethernet
PC 1	- Nivel de gestión.	- Ethernet
	- Nivel de control.	- USB
PC 2	- Nivel de gestión.	- Ethernet
	- Nivel de control.	- USB

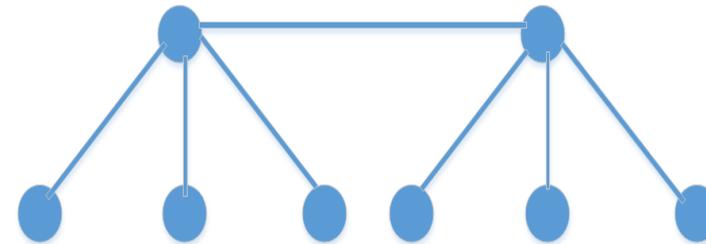
Identificación de equipos

Diseño de arquitectura

Topología de red

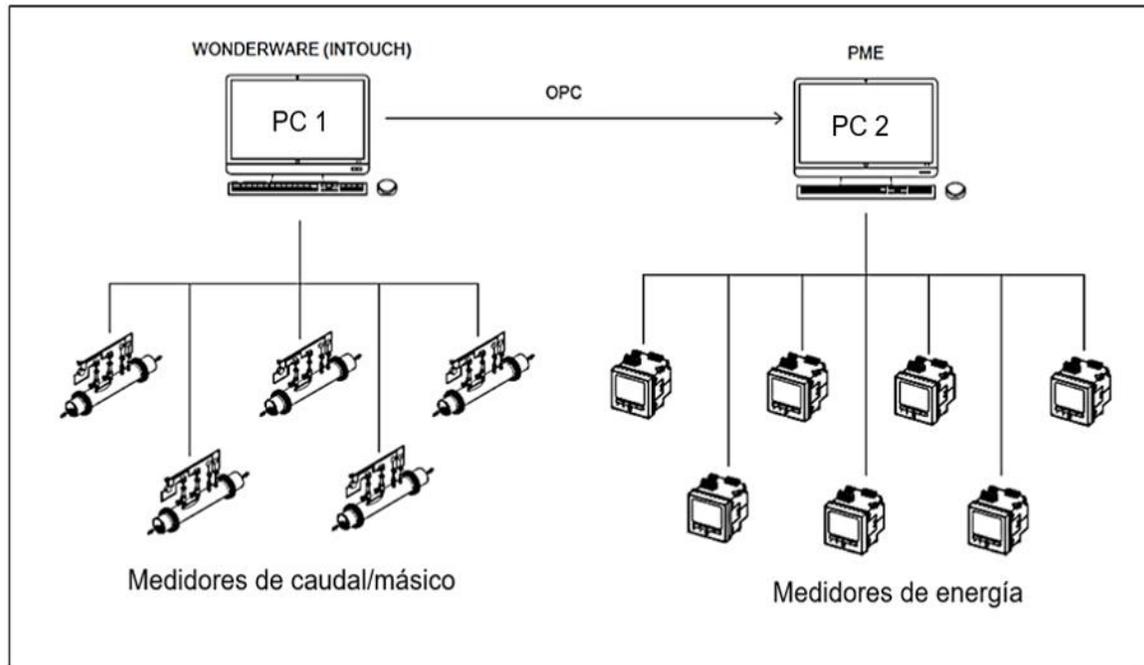


Árbol



Metodología para el diseño de arquitectura de comunicación mediante OPC

Diseño de arquitectura



Comparación de software Scada

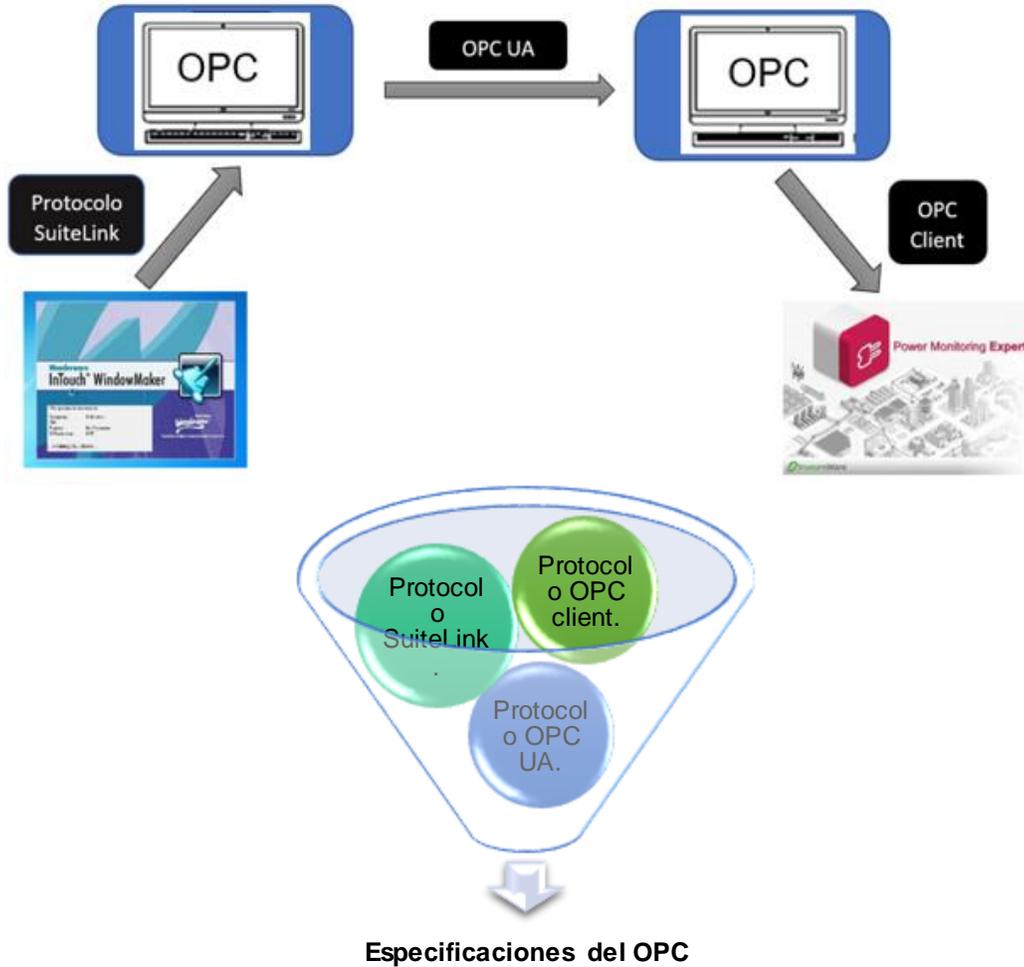
Características	Wonderware (InTouch)	SIMATIC WinCC V7
Tipo de software licencia	Abierto Pagada	Propietario Pagada
Integración de PLC de diferentes marcas	Permite integrar PLC de diferentes marcas con Wonderware DA	Permite integrar PLC solo de la marca Siemens
Runtime	Sin límite	Sin límite

Comparación de software de eficiencia energética

Característica	Power Monitoring Expert (PME 8.2)	Simatic Energy Management
Certificación	ISO 5001	ISO 5001
Personalización de reportes energéticos	Se puede personalizar reportes según las necesidades	No son personalizables los reportes son predefinidos
Complemento integrado para diseño de HMI	Dispone del complemento vista para el diseño de HMI	No dispone de un complemento integrado para el diseño de HMI
Web client	Si dispone	Si dispone
licencias	Por equipo o medidor de energía	Por tags
Complemento de programación integrado	Dispone del complemento designer	No dispone de un complemento de programación integrado

Metodología para el diseño de arquitectura de comunicación mediante OPC

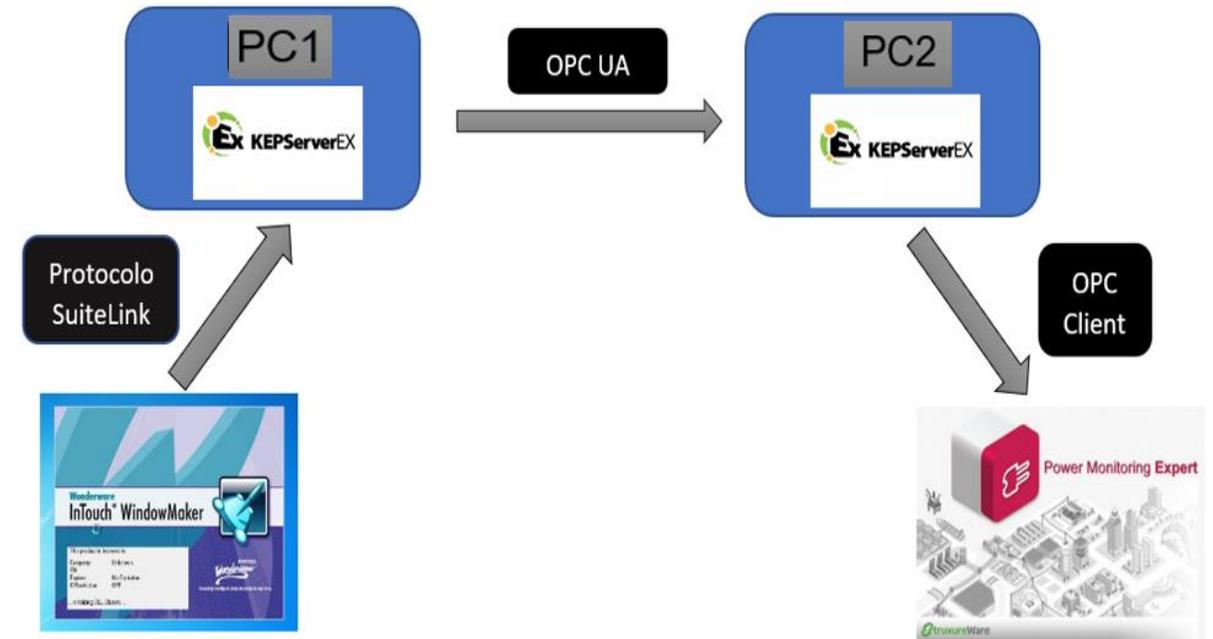
Identificación de las especificaciones del OPC



Búsqueda y selección del software OPC

En cuanto a los OPC existen varios que se podrían utilizar dentro de los cuales están.

- KEPServerEx V6
- LabVIEW DSC



3. Diseño de arquitectura de comunicación y Kpi's

Metodología para el diseño de Kpi's de eficiencia energética



Identificar consumos energéticos relevantes en la industria.



Establecer una relación entre el consumo energético y la producción física de un bien.



Asegurarse que la información requerida esté disponible.



Identificar indicadores útiles.



Asociar indicadores con metas energéticas en un tiempo definido.

KPI	Cobertura	Datos energéticos	Datos por actividad
Consumo energético por unidad de producto físico	Sector	Consumo energético total del sector	Producción física por sector
	Subsector	Consumo energético total del subsector	Producción física por subsector
	Tipo de proceso o producto	Consumo energético total por tipo de proceso o producto	Producción por tipo de proceso o producto

KPI's en una planta cervecera

KPI (Consumo energético/Producción de cerveza)

$$KPI = \frac{\text{consumo de energía mensual de cada área}}{\text{hectolitros de cerveza mensual producida}}$$

KPI (Consumo energético por sectores)

$$KPI = \frac{\text{consumo de energía por área}}{\text{consumo total de energía}}$$

KPI (Consumo energético/ materia prima invertida para la fabricación)

$$KPI = \frac{\text{consumo de energía mensual por área}}{\text{flujo de producto ocupado al mes}}$$

KPI's en una planta cervecera

Dato energético por sector al mes (KWh)	Dato de cerveza producida al mes (HL)	KPI mensual (KWh/HL)	Característica
Servicios motrices	Hectolitros totales producidos	Consumo en área de servicios motrices / hectolitros de cerveza producidos	Indicador de cuánta energía se consume en cada área para producir una cantidad de cerveza al mes.
Sistema de vapor		Consumo en área de vapor / hectolitros de cerveza producidos	
Sistema de frío		Consumo en área de frío / hectolitros de cerveza producidos	

3. Programación de Kpi's y diseño de HMI en software de eficiencia energética

Software Power Monitoring Expert 8.2



- Permite hacer un control
- Análisis integral de la factibilidad y calidad de energía
- reducir el valor de los costos relacionados con el consumo energía

Diagrama de bloques de programación de Kpi's en complemento designer del PME 8.2

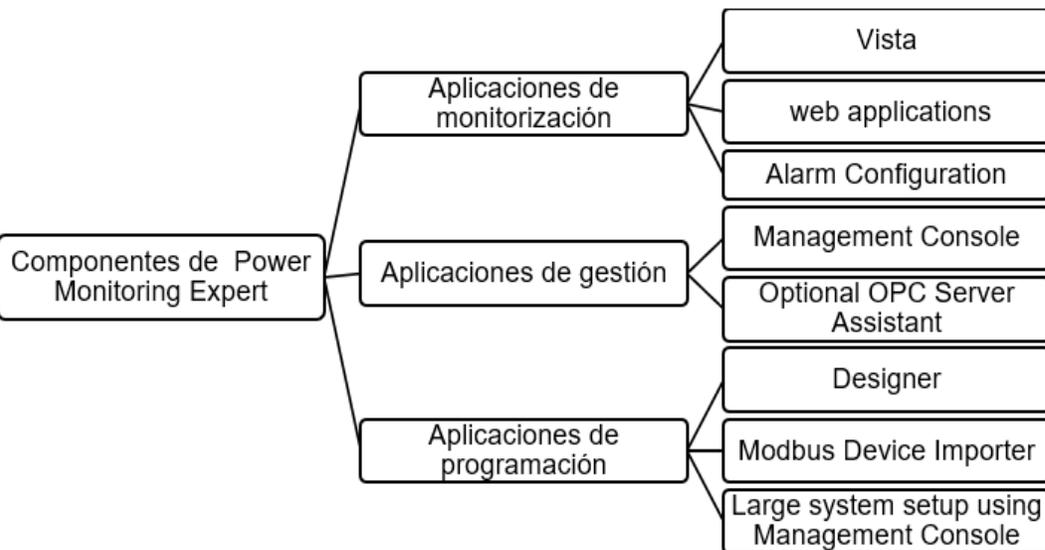
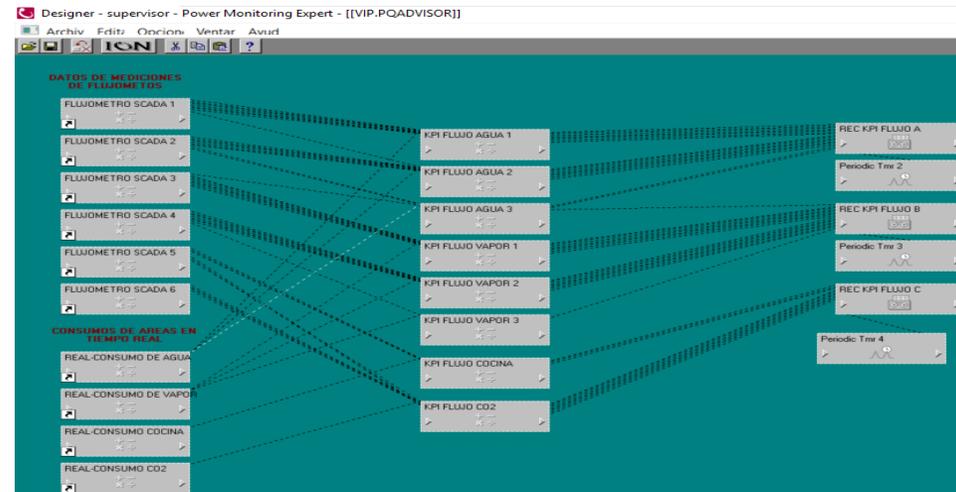
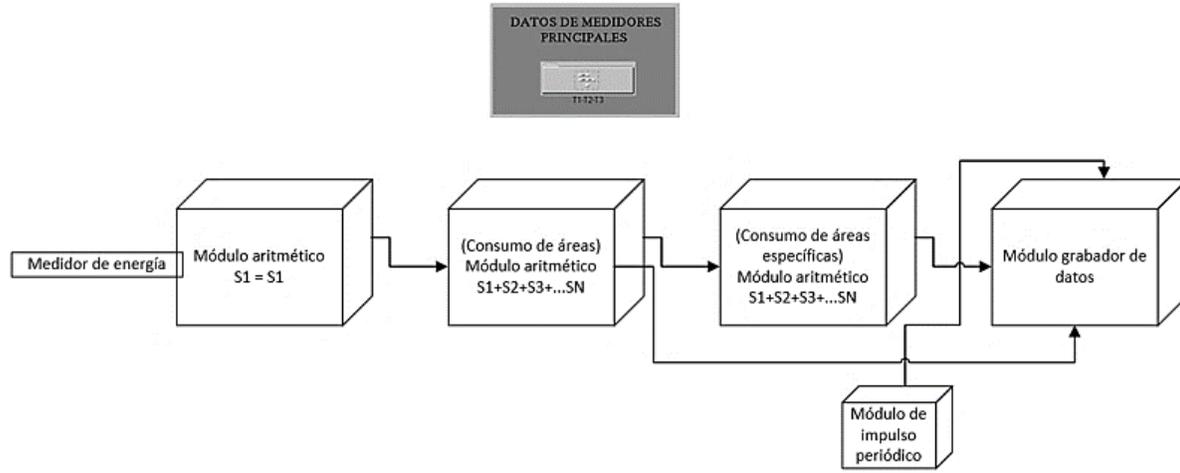
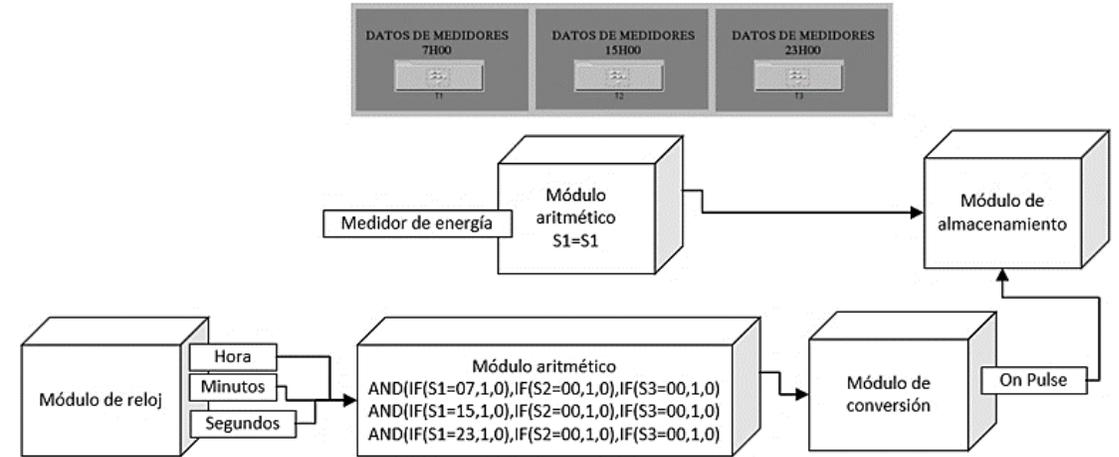


Diagrama de bloques de programación de Kpi's en complemento designer del PME 8.2

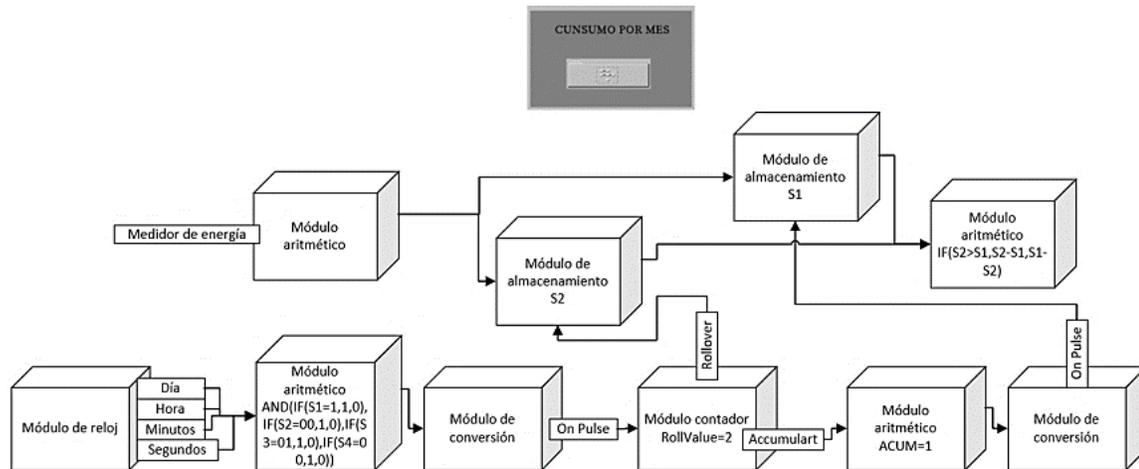
Datos de medidores de energía principales



Datos de los medidores en los turnos de las 7H00 – 15H00 – 23H00



Consumo por mes



Kpi's (KWh / HL cerveza) mes

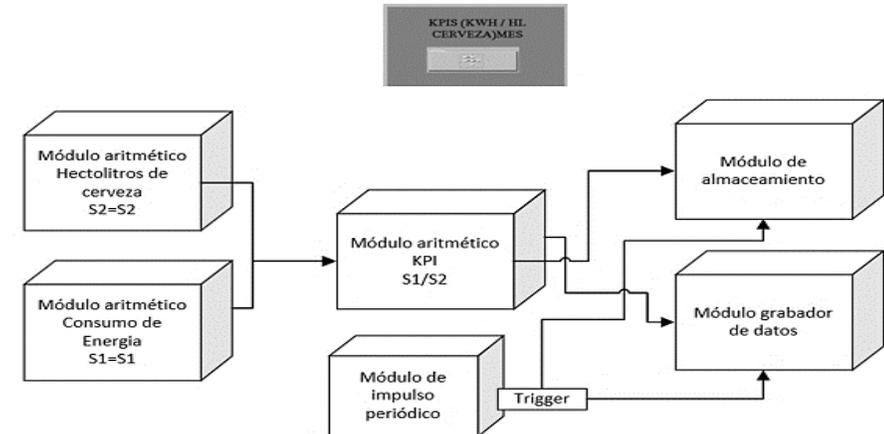
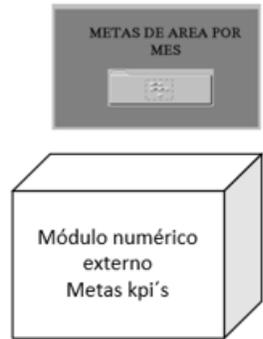
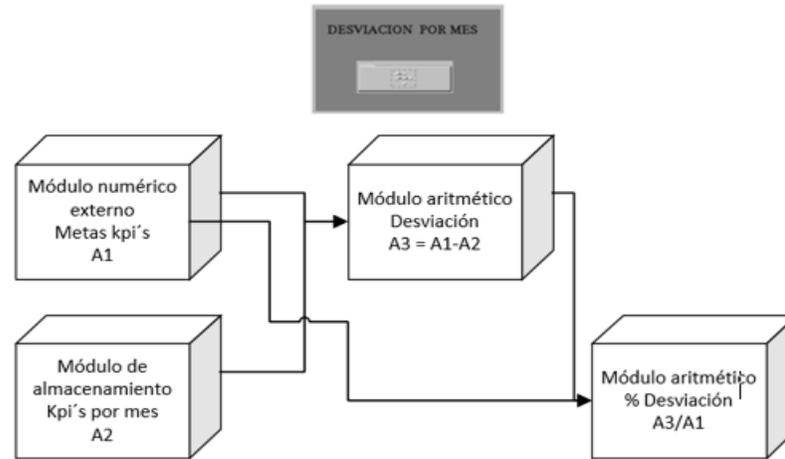


Diagrama de bloques de programación de Kpi's en complemento designer del PME 8.2

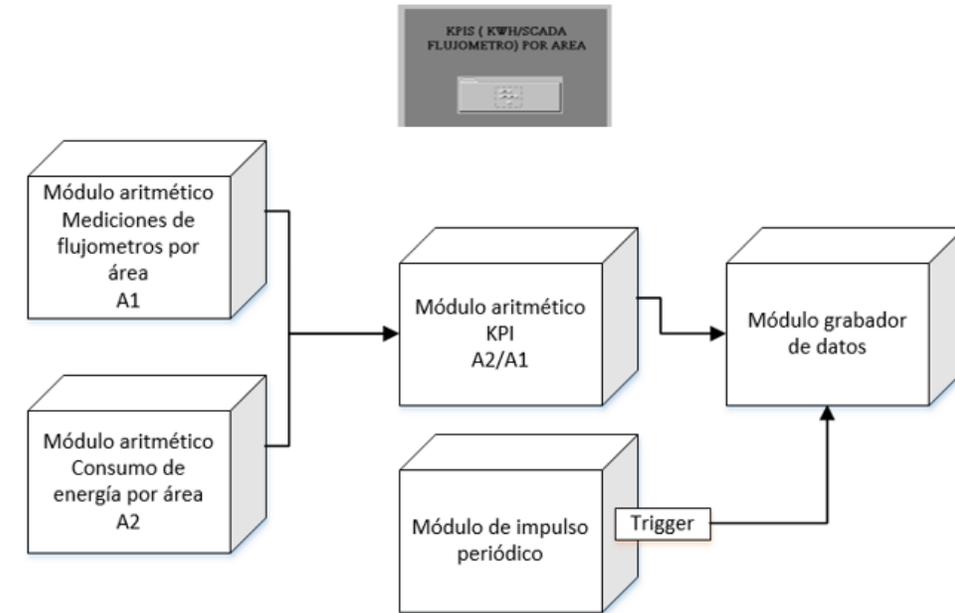
Metas de áreas por mes



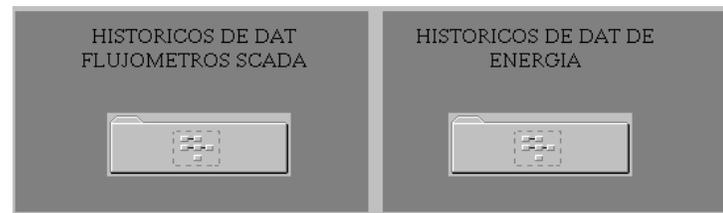
Desviación por mes



Kpi's (KWh/ Flujómetro) por área

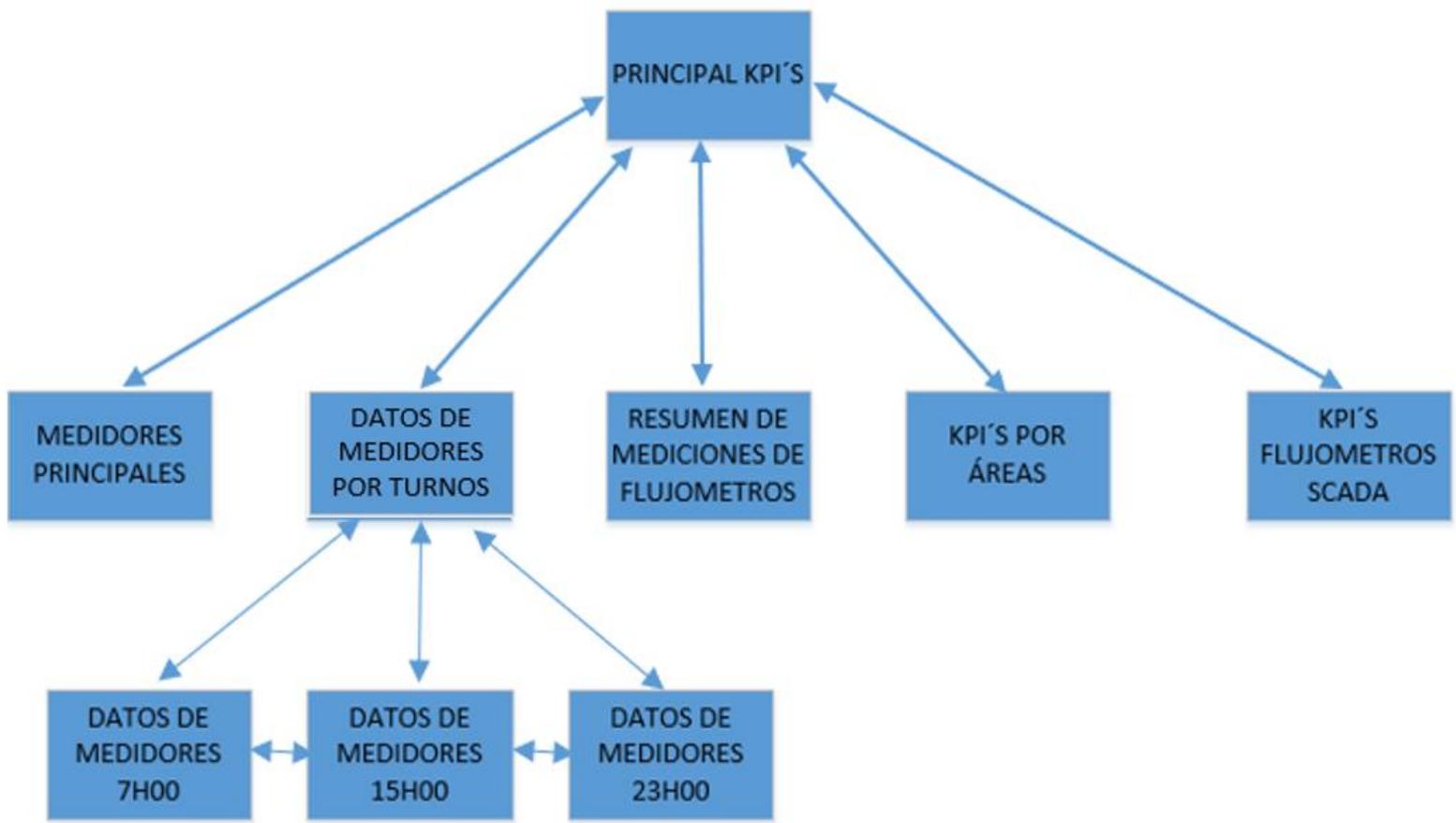


Histórico de datos de los flujómetros Scada - Energía



Diseño de HMI en complemento vista del PME 8.2

Arquitectura y navegación entre pantallas



3. Programación de Kpi's y diseño de HMI en software de eficiencia energética

Vista - supervisor - Power Monitoring Expert - [Diagrama de usuario:VENTANA PRINCIPAL]

Archiv Filtz Opcion Vist Ventar Avud

PRINCIPAL
PRINCIPAL KPI'S
MEDIDORES PRINCIPALES
DATOS DE MEDIDORES POR TURNOS
RESUMEN MEDICIONES DE FLUJOMETROS
KPI'S POR AREAS
KPI'S FLUJOMETROS SCADA

Windows

Vista - supervisor - Power Monitoring Expert - [Diagrama de usuario:MEDIDORES PRINCIPALES]

Archiv Filtz Opcion Vist Ventar Avud

EDIFICIO ADMINISTRATIVO	S1 TD2 IZQUIERDA	S1 TD4 IZQUIERDA	TDS2-T3
ADMINISTRACION Kwh	BOMBAS DESAIREADOR CASETA Kwh	COMPRESORES CONICOS MH3 Kwh	DESPECHO 1.4 Kwh
COMEDOR Kwh	BLOWER CO2 Kwh	CALDERO 6 Kwh	ALUMBRADO MANANTIAL 1.4 Kwh
COCINAS			
PRINCIPAL Kwh	PLANTA DE AGUA 2 Kwh	S1 TD4 DERECHA	
AMPLIACION COCINAS Kwh	PLANTA CO2 Kwh	POZO 1 Kwh	S1 TD3 220 VAC Kwh
CUARTO ELEC DIP Kwh	TALLERES Kwh	COMPRESOR AIRE 6. 2 Y 8 Kwh	PRINCIPAL T3 220 Kwh
REC MATERIA PRIMA Kwh	S1 TD2 DERECHA		
SECADORES Kwh	BUHLER 4.598.442.0 Kwh	TDS2-T2	
SISTEMA GLICOL Kwh	BODEGA DE FRIO Kwh	LLENADORA LINEA 1 27.0 Kwh	FILT COMIENT P AGUA 773.076.0 Kwh
FILTRO NORIT Kwh	CALDERO 4 773.076.0 Kwh	MANANTIAL 2.0 Kwh	DESPECHO L3 FUJO Kwh
PLANTA DE AGUA Kwh	CALDERO 5 Kwh	BARRILES FUJO 25.0 Kwh	FUERZA Kwh
LINEA 2			
PRINCIPAL LINEA ENVASE 1.0 Kwh	S1 TD3 FONDO		
LINEA ENVASE 2 220V 1.0 Kwh	COMPRESORES MH3 3 Kwh	POZO 2 Y 5 3.7 Kwh	TALLER Kwh
KRHONES 1.0 Kwh	COMPRESORES AIRE JOY Kwh	NANOFILTRACION 0.2 Kwh	LINEA 2 Kwh
LAVADORA CAJAS 1.0 Kwh	COCINA NUEVA Kwh	COMPRESORES MH3 FUERZA 0.6 Kwh	SECADOR AFRECHO LEV Kwh
	DESIAIREADOR Kwh	PTAR 1 1.7 Kwh	
		PTAR 2 0.0 Kwh	

Objetos de diagrama

Activate Windows

Vista - supervisor - Power Monitoring Expert - [Diagrama de usuario:MEDICIONES DE FLUJOMETROS]

Archiv Filtz Opcion Vist Ventar Avud

RESUMEN DE MEDICIONES DE FLUJOMETROS

DATOS CONSUMO DE AGUA	DATOS CONSUMO DE VAPOR [KG]	DATOS DE CONSUMO BUNKER [KG]
ABLANDADA [KG]	TOTAL SIN DESAIREADOR	BUNKER 6
TOTAL	COCINA	BUNKER DIARIO
FUERZA	LINEA 1	DATOS CONSUMO CO2 [KG]
CO2	SUBPRODUCTOS	AGUA ENFRIAMIENTO CO2
REPOSICION DE CALDERAS	COCINA NUEVA	LINEA 2
ENFRIADORES DE CALDERAS	LINEA 2	DATOS CONSUMO CO2 [KG]
CONDENSADORES EVAPORATIVOS	BODEGA DE FRIO	STDCX CO2
LINEA 1	DESIAIREADOR	ELABORACION
LINEA 2	CALDERA 4	EMBOTELLADO 773,076.0
GENERAL [KG]	CALDERA 5	TANQUE
ELABORACION	CALDERA 6	ACF7 SECADOR
FUERZA	PASTEURIZADOR LINEA 2	
ENVASE	LAVADORA BOT L2	
OFIC. DESPACHO	ENVASE L1	
IES ALMACEN	LAVADORA BOT L1	
SERVICIOS - ELABORACION	DATOS DE CONSUMO CONDENSADOS [KG]	
LINEA 1	COCINAS	
LINEA 2	LINEA 1	
INGRESO CALDERAS	LINEA 2	

Objetos de diagrama

Activate Windows

Vista - supervisor - Power Monitoring Expert - [Diagrama de usuario:DATOS MEDIDORES 15H00]

Archiv Filtz Opcion Vist Ventar Avud

DATOS DE MEDIDORES 15H00

EDIFICIO ADMINISTRATIVO	S1 TD2 IZQUIERDA	S1 TD4 IZQUIERDA	TDS2-T3
ADMINISTRACION Kwh	BOMBAS DESAIREADOR CASETA 0.0 Kwh	COMPRESORES CONICOS MH3 Kwh	DESPECHO 0.0 Kwh
COMEDOR Kwh	BLOWER CO2 0.0 Kwh	CALDERO 6 Kwh	ALUMBRADO MANANTIAL 0.0 Kwh
COCINAS			
PRINCIPAL Kwh	PLANTA DE AGUA 2 Kwh	S1 TD4 DERECHA	
AMPLIACION COCINAS Kwh	PLANTA CO2 Kwh	POZO 1 Kwh	S1 TD3 220 VAC Kwh
CUARTO ELEC DIP Kwh	TALLERES Kwh	COMPRESOR AIRE 6. 2 Y 8 Kwh	PRINCIPAL T3 220 Kwh
REC MATERIA PRIMA Kwh	S1 TD2 DERECHA		
SECADORES Kwh	BUHLER Kwh	TDS2-T2	
SISTEMA GLICOL Kwh	BODEGA DE FRIO Kwh	LLENADORA LINEA 1 Kwh	FILT COMIENT P AGUA 0.0 Kwh
FILTRO NORIT 773.076.0 Kwh	CALDERO 4 Kwh	MANANTIAL Kwh	DESPECHO L3 FUJO 0.0 Kwh
PLANTA DE AGUA FUJ 0.0 Kwh	CALDERO 5 Kwh	BARRILES FUJO Kwh	FUERZA 0.0 Kwh
LINEA 2			
PRINCIPAL LINEA ENVASE 0.0 Kwh	S1 TD3 FONDO		
LINEA ENVASE 2 220V 0.0 Kwh	COMPRESORES MH3 3 Kwh	POZO 2 Y 5 Kwh	TALLER Kwh
KRHONES 0.0 Kwh	COMPRESORES AIRE JOY Kwh	NANOFILTRACION Kwh	LINEA 2 Kwh
LAVADORA CAJAS 0.0 Kwh	COCINA NUEVA Kwh	COMPRESORES MH3 FUERZA Kwh	SECADOR AFRECHO LEV Kwh
	DESIAIREADOR Kwh	PTAR 1 Kwh	
		PTAR 2 0.0 Kwh	

Objetos de diagrama

Activate Windows

Metodología de diseño para realidad aumentada

Diseño de una arquitectura de comunicación.

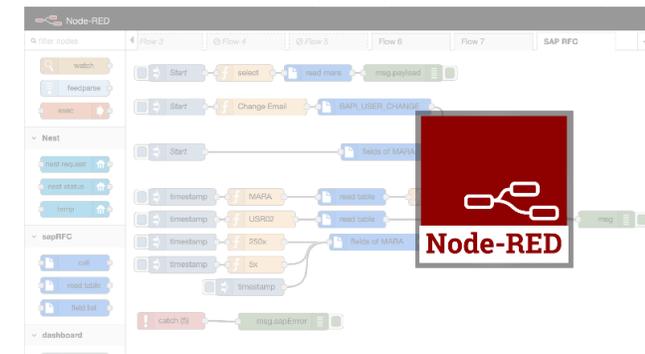
Elección de un software de realidad aumentada acorde a las necesidades y disponibilidades del usuario.

Identificación de tareas, equipos o información relevante para mostrar en una aplicación móvil.

Programación de comunicación entre una plataforma IoT, la red industrial y la App móvil para el acceso a registros de equipos industriales..



Fuente: https://www.rifqion.com/web/wp-content/uploads/ar_advisor_series_top.png



Fuente: https://www.pickdata.net/sites/default/files/node-red-example-article-hello-world_1.png

Arquitectura de comunicación para realidad aumentada.

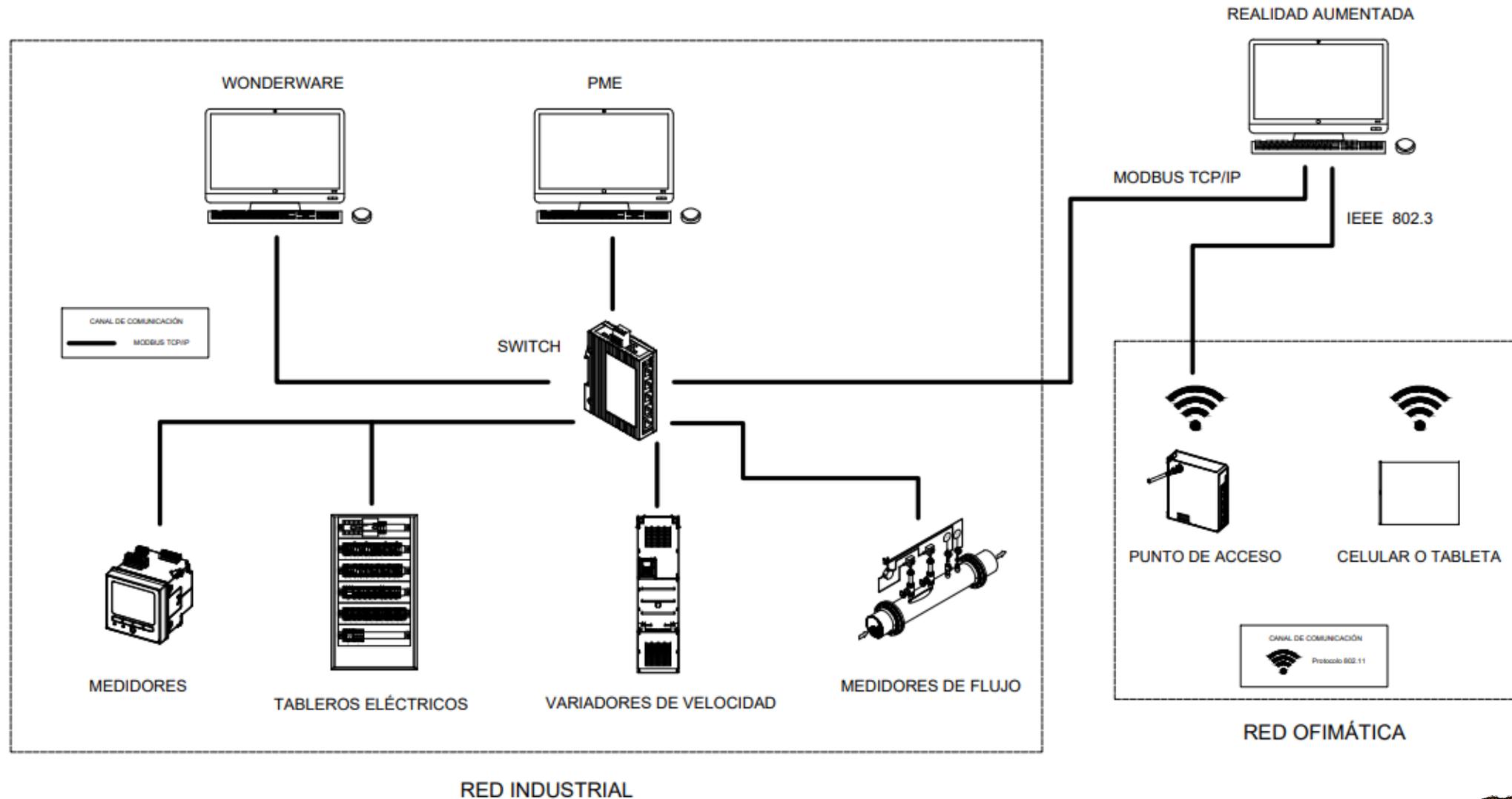


Diagrama de flujo para programar comunicaciones Modbus TCP y OPC UA con App de realidad aumentada

Diagrama de Flujo de comunicación Modbus TCP en Node-Red

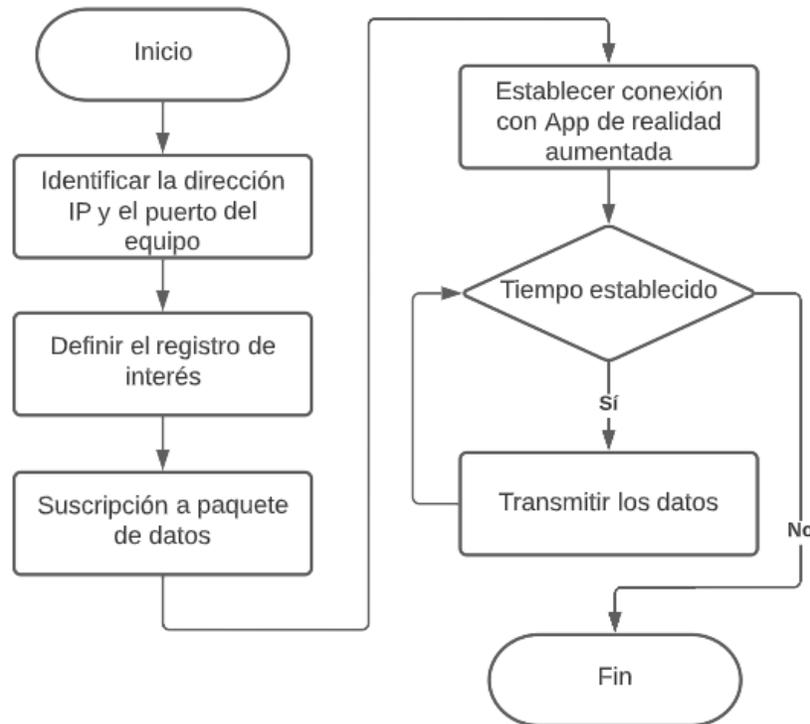
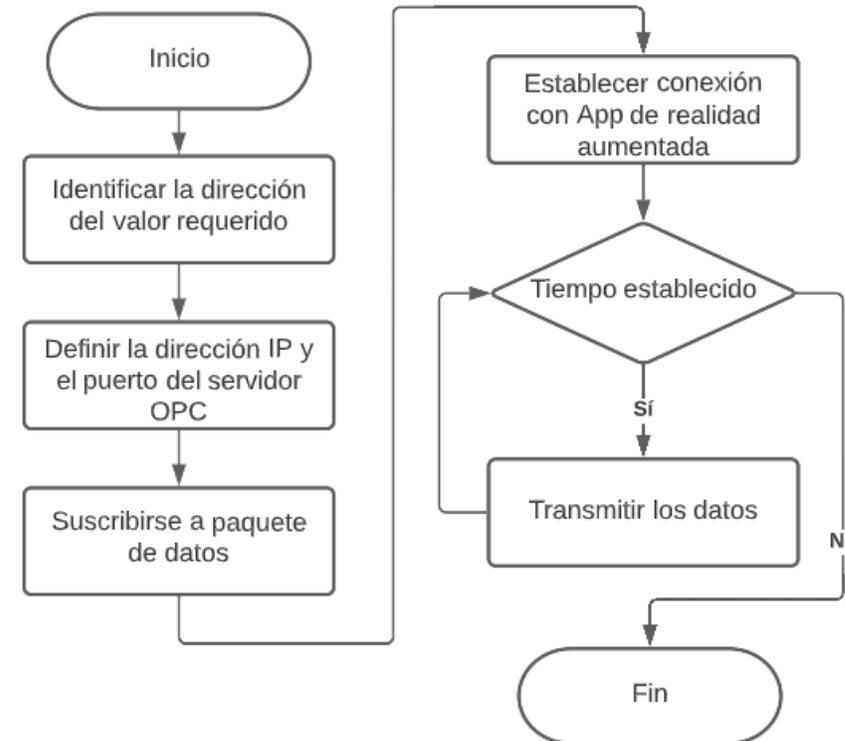


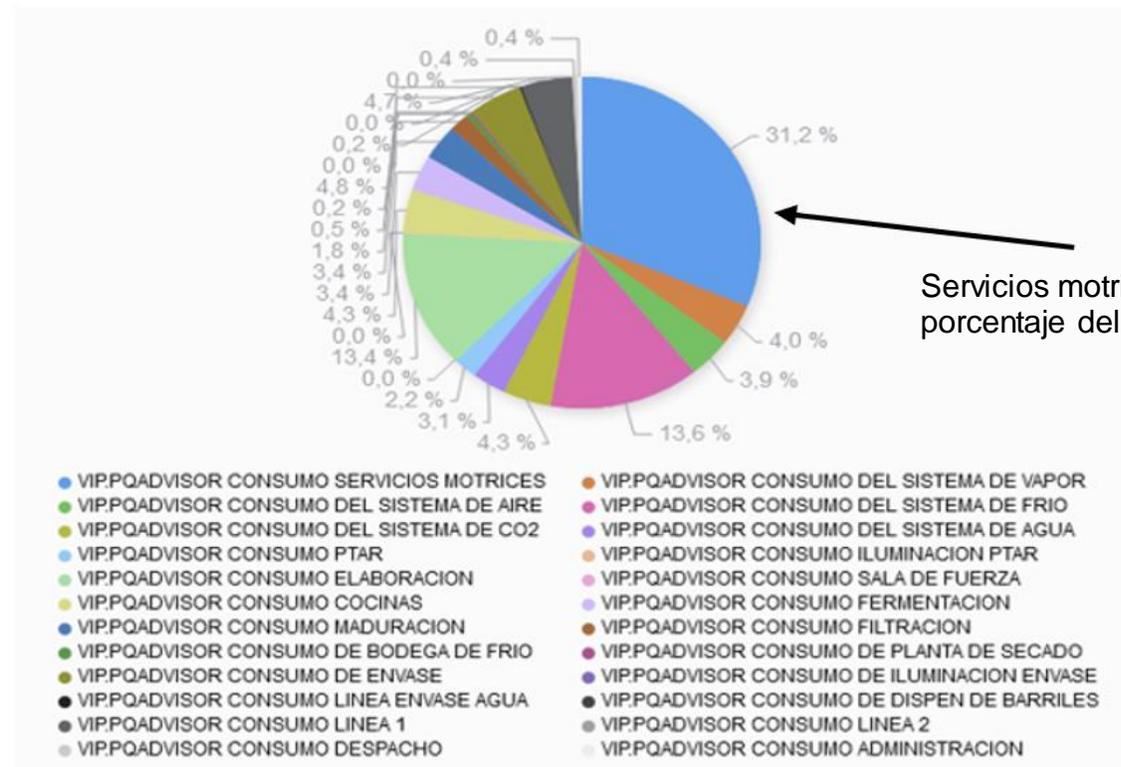
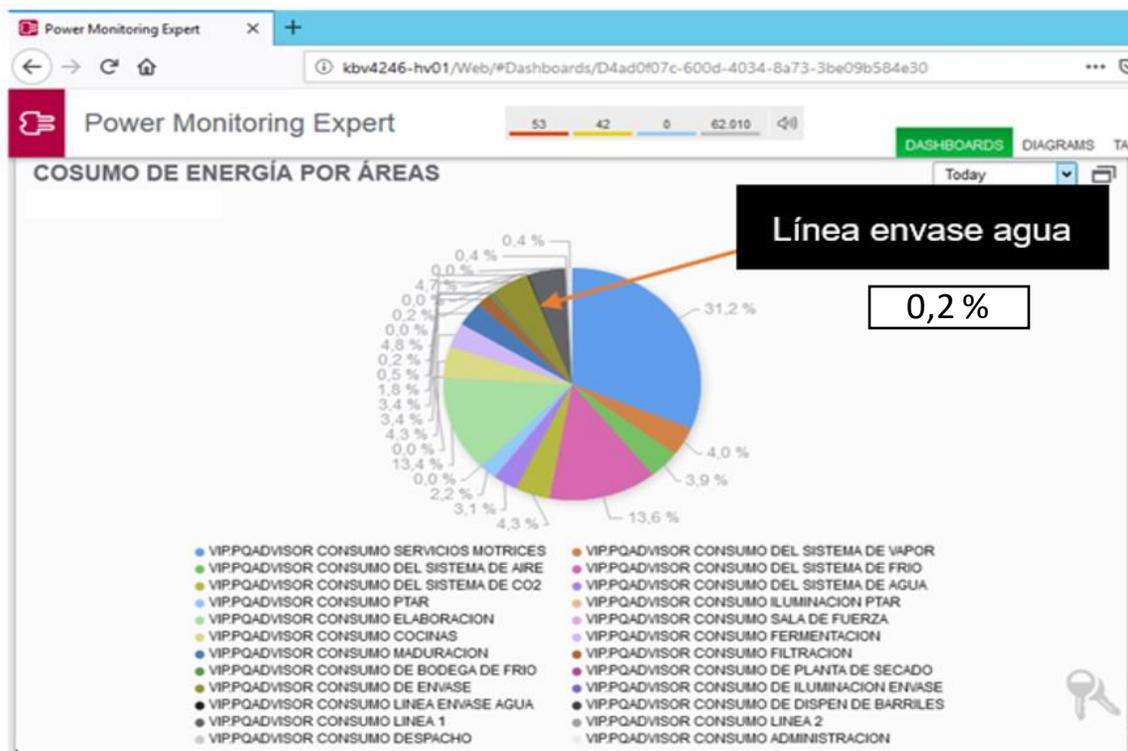
Diagrama de Flujo de comunicación OPC UA en Node-Red



5. Análisis y resultados

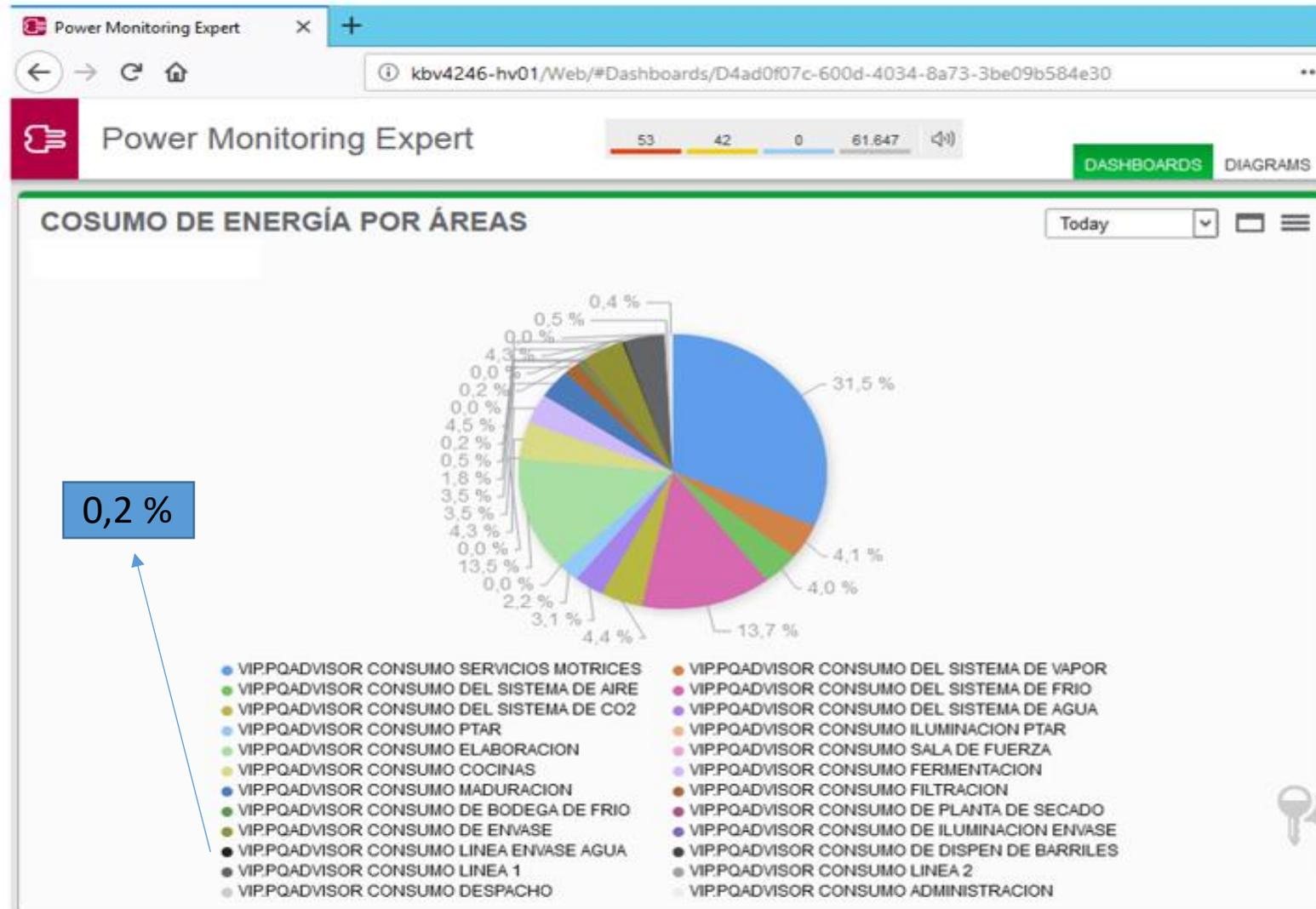
Kpi's: Análisis de consumo energético de áreas significativas en la planta cervecera (febrero).

$$KPI = \frac{\text{consumo de energía por área}}{\text{consumo total de energía}} = \%$$



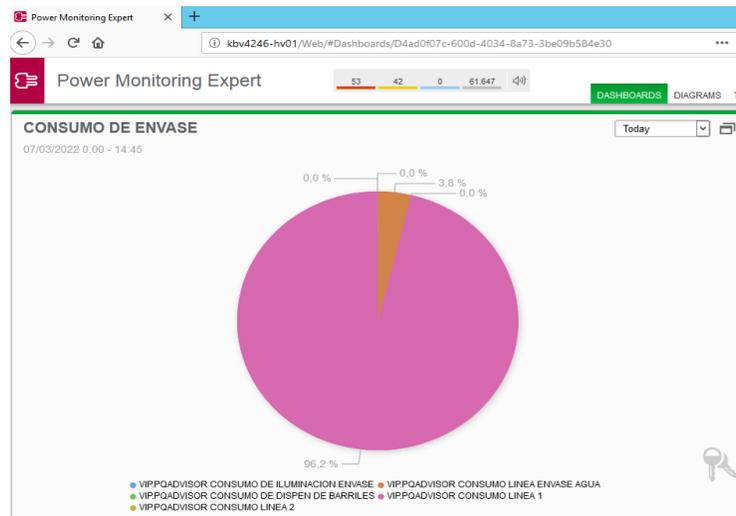
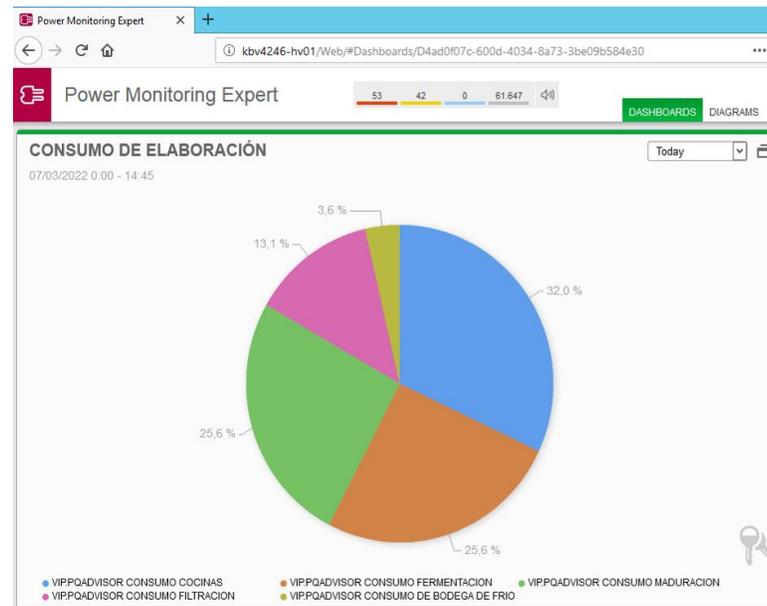
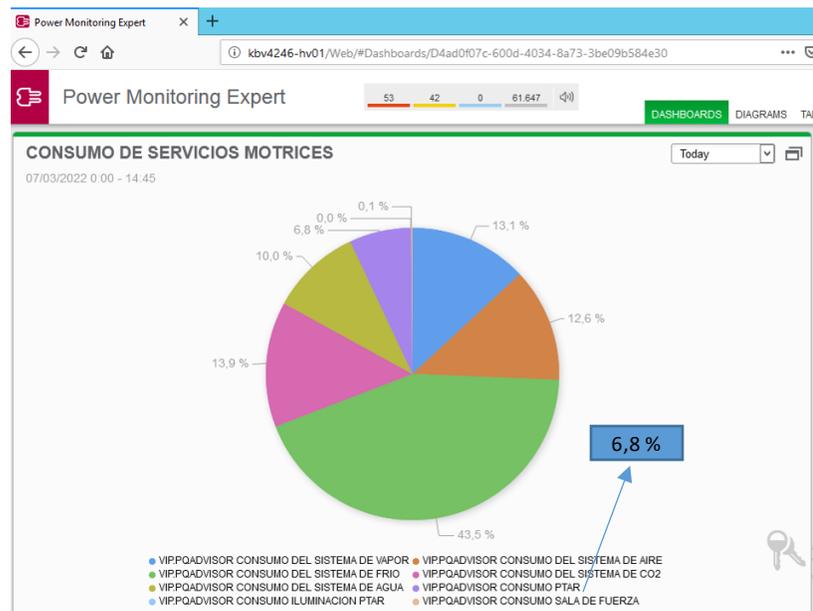
Servicios motrices con un porcentaje del 31,2 %

Kpi's: Análisis de consumo energético de áreas significativas en la planta cervecera (marzo).



5. Análisis y resultados

Kpi's: Análisis de consumo energético de áreas principales en la planta cervecera tipo (marzo).



5. Análisis y resultados

Análisis de resultados de Kpi's con respecto al consumo energético de la planta cervecera.

Mes : febrero

Power Monitoring Expert

CUADROS DE MA. **DIAGRAMAS** TABLAS TENDENCIAS ALARMAS INFORMES PARÁMETROS

KPI'S POR ÁREAS				
ÁREA	TOTAL MES	META	DESVIACIÓN	% DE DESVIACIÓN
SERVICIOS MOTRICES	3.33	3.71	0.38	0.10
SISTEMAS DE VAPOR	0.39	0.35	-0.04	-0.11
SISTEMA DE AIRE	0.43	0.48	0.05	0.10
SISTEMA DE FRIO	1.52	1.69	0.17	0.10
SISTEMA DE CO2	0.61	0.65	0.04	0.06
PLANTA DE AGUA	0.10	0.09	-0.01	-0.11
PTAR	0.26	0.29	0.03	0.10
ILUMINACIÓN PTAR	0.01	0.01	0.00	0.00
SALA DE FUERZA	0.02	0.02	0.00	0.00
ELABORACIÓN	0.99	0.92	-0.07	-0.08
COCINAS	0.35	0.35	0.00	0.00
FERMENTACIÓN	0.16	0.18	0.02	0.11
MADURACIÓN	0.16	0.18	0.02	0.11
FILTRACIÓN	0.09	0.13	0.04	0.31
BODEGA DE FRIO	0.23	0.23	0.00	0.00
PLANTA DE SECADO	0.05	0.05	0.00	0.00
ENVASE	1.24	1.39	0.15	0.11
ILUMINACIÓN ENVASE	0.03	0.03	0.00	0.00
LÍNEA ENVASE DE AGUA	0.02	0.02	0.00	0.00
DISPENSADOR DE BARRILES	0.00	0.00	0.00	0.00
LÍNEA #1	0.46	0.48	0.02	0.04
LÍNEA #2	0.74	0.79	0.05	0.06
DESPACHO	0.05	0.07	0.02	0.29
ADMINISTRACION	0.03	0.04	0.01	0.26
TOTAL PLANTA	5.71	6.13	0.42	0.07

HL DE CERVEZA

227.428.30

Activare Windows



5. Análisis y resultados

Análisis de resultados de Kpi's con respecto al consumo energético de la planta cervecera.

Mes : marzo

Power Monitoring Expert

CUADROS DE MA... **DIAGRAMAS** TABLAS TENDENCIAS ALARMAS INFORMES PARÁMETROS

KPI'S POR AREAS				
ÁREA	TOTAL MES	META	DESVIACIÓN	% DE DESVIACIÓN
SERVICIOS MOTRICES	3.55	3.71	0.16	0.04
SISTEMAS DE VAPOR	0.34	0.35	0.01	0.03
SISTEMA DE AIRE	0.46	0.48	0.02	0.04
SISTEMA DE FRIO	1.65	1.69	0.04	0.02
SISTEMA DE CO2	0.60	0.65	0.05	0.08
PLANTA DE AGUA	0.07	0.09	0.02	0.22
PTAR	0.27	0.29	0.02	0.07
ILUMINACIÓN PTAR	0.01	0.01	0.00	0.00
SALA DE FUERZA	0.01	0.02	0.01	0.50
ELABORACIÓN	0.90	0.92	0.02	0.02
COCINAS	0.33	0.35	0.02	0.06
FERMENTACIÓN	0.17	0.18	0.01	0.05
MADURACIÓN	0.17	0.18	0.01	0.05
FILTRACIÓN	0.11	0.13	0.02	0.15
BODEGA DE FRIO	0.23	0.23	0.00	0.00
PLANTA DE SECADO	0.04	0.05	0.01	0.20
ENVASE	1.23	1.39	0.16	0.13
ILUMINACIÓN ENVASE	0.02	0.03	0.01	0.33
LINEA ENVASE DE AGUA	0.02	0.02	0.00	0.00
DISPENSADOR DE BARRILES	0.00	0.00	0.00	0.00
LINEA #1	0.47	0.48	0.01	0.02
LINEA #2	0.78	0.79	0.01	0.01
DESPACHO	0.06	0.07	0.01	0.14
ADMINISTRACION	0.03	0.04	0.01	0.25
TOTAL PLANTA	5.83	6.13	0.30	0.05

HL DE CERVEZA

227,638.50



5. Análisis y resultados

Análisis de resultados de Kpi's con respecto al consumo energético de la planta cervecera.

Mes : abril

Power Monitoring Expert

CUADROS DE MA... **DIAGRAMAS** TABLAS TENDENCIAS ALARMAS INFORMES PARÁMETROS

supervisor | Cerrar sesión | Ayuda

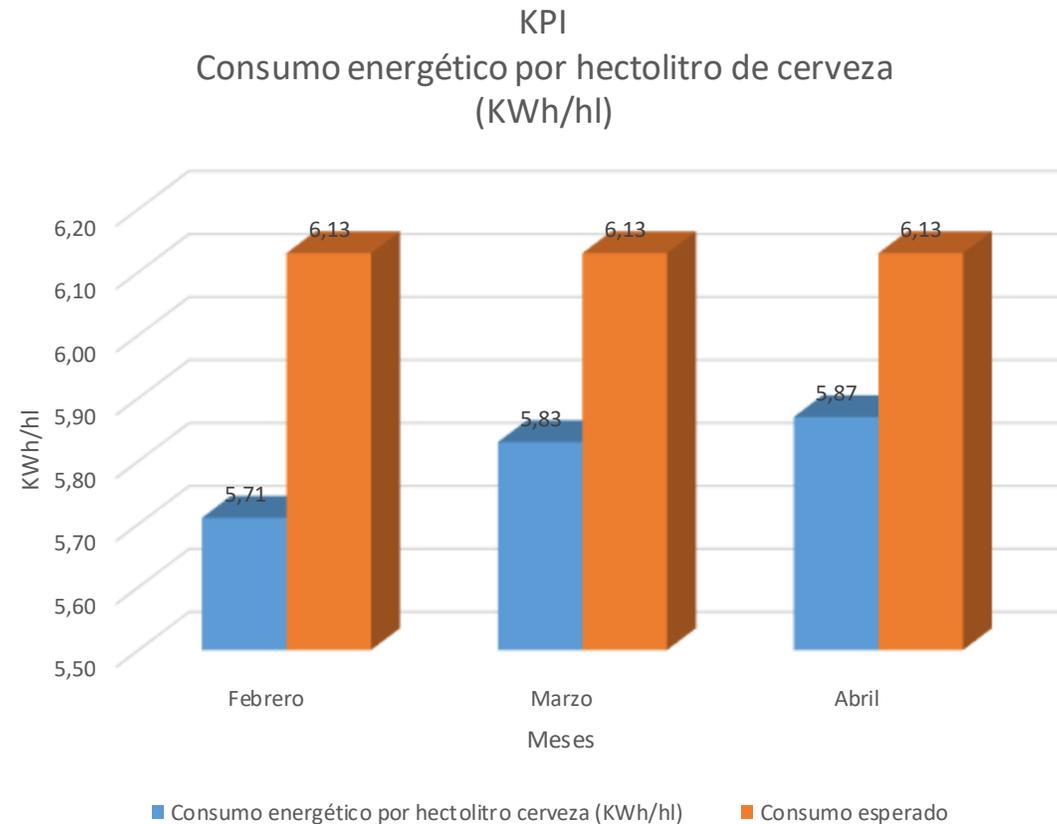
KPI'S POR ÁREAS				
ÁREA	TOTAL MES	META	DESVIACIÓN	% DE DESVIACIÓN
SERVICIOS MOTRICES	3.69	3.71	0.02	0.01
SISTEMAS DE VAPOR	0.33	0.35	0.02	0.05
SISTEMA DE AIRE	0.47	0.48	0.01	0.02
SISTEMA DE FRIO	1.65	1.69	0.04	0.02
SISTEMA DE CO2	0.63	0.65	0.02	0.03
PLANTA DE AGUA	0.06	0.09	0.03	0.33
PTAR	0.28	0.29	0.01	0.03
ILUMINACIÓN PTAR	0.01	0.01	0.00	0.00
SALA DE FUERZA	0.01	0.02	0.01	0.50
ELABORACIÓN	0.91	0.92	0.01	0.01
COCINAS	0.34	0.35	0.01	0.03
FERMENTACIÓN	0.17	0.18	0.01	0.05
MADURACIÓN	0.18	0.18	0.00	0.00
FILTRACIÓN	0.12	0.13	0.10	0.77
BODEGA DE FRIO	0.22	0.23	0.01	0.04
PLANTA DE SECADO	0.04	0.05	0.01	0.20
ENVASE	1.14	1.39	0.25	0.18
ILUMINACIÓN ENVASE	0.02	0.03	0.01	0.33
LINEA ENVASE DE AGUA	0.01	0.02	0.01	0.50
DISPENSADOR DE BARRILES	0.00	0.00	0.00	0.00
LINEA #1	0.46	0.48	0.02	0.04
LINEA #2	0.78	0.79	0.01	0.01
DESPACHO	0.06	0.07	0.01	0.14
ADMINISTRACION	0.03	0.04	0.01	0.25
TOTAL PLANTA	5.87	6.13	0.26	0.04

HL DE CERVEZA

227,878.70

Análisis de resultados de Kpi's con respecto al consumo energético de la planta cervecera.

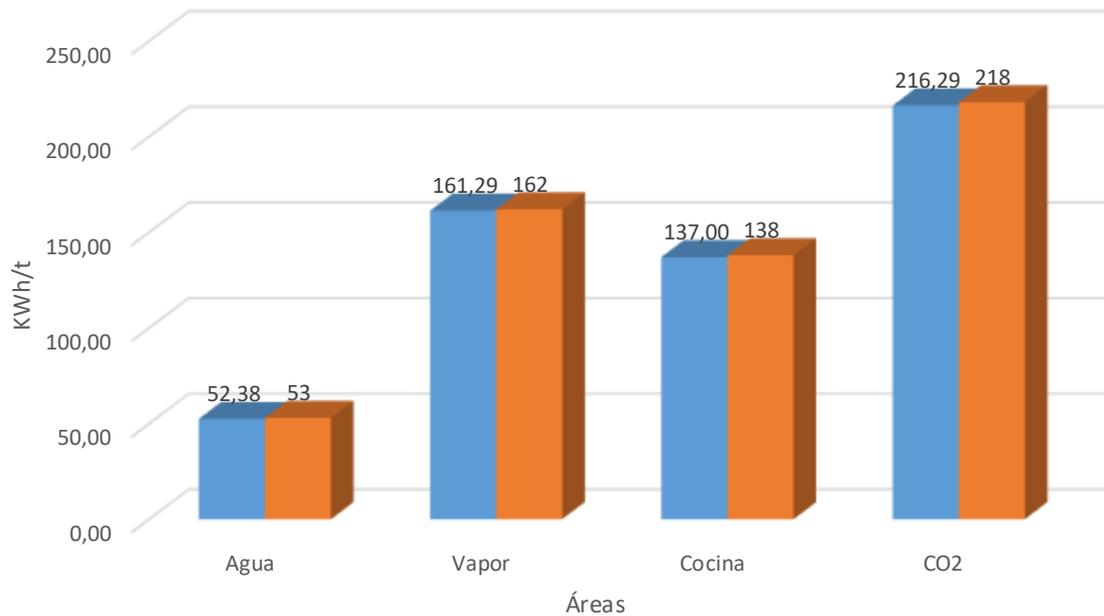
Mes	KPI calculado KWh/HL	KPI meta KWh/HL	Desviación	% Desviación	HL de cerveza
Febrero	5.71	6.13	0.42	0.07	227428.30 HL
Marzo	5.83	6.13	0.30	0.05	227638.50 HL
Abril	5.87	6.13	0.26	0.04	227878.70 HL



5. Análisis y resultados

Análisis de resultados de Kpi's con respecto al consumo energético de la planta cervecera.

Consumo energético por tonelada de flujo medido por área
Febrero 2022

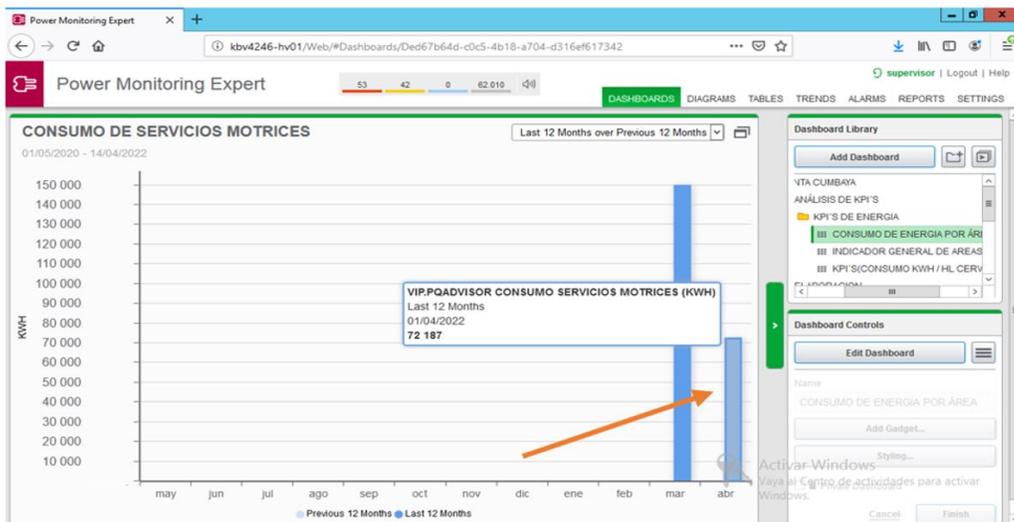


■ KPI Consumo energético por tonelada de flujo (KWh/t) ■ Consumo esperado

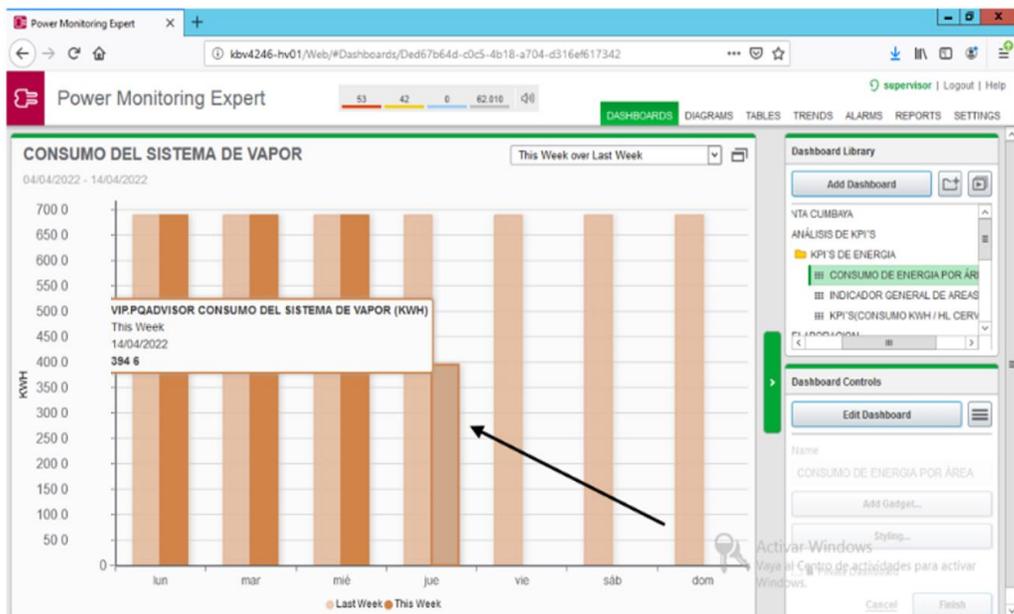
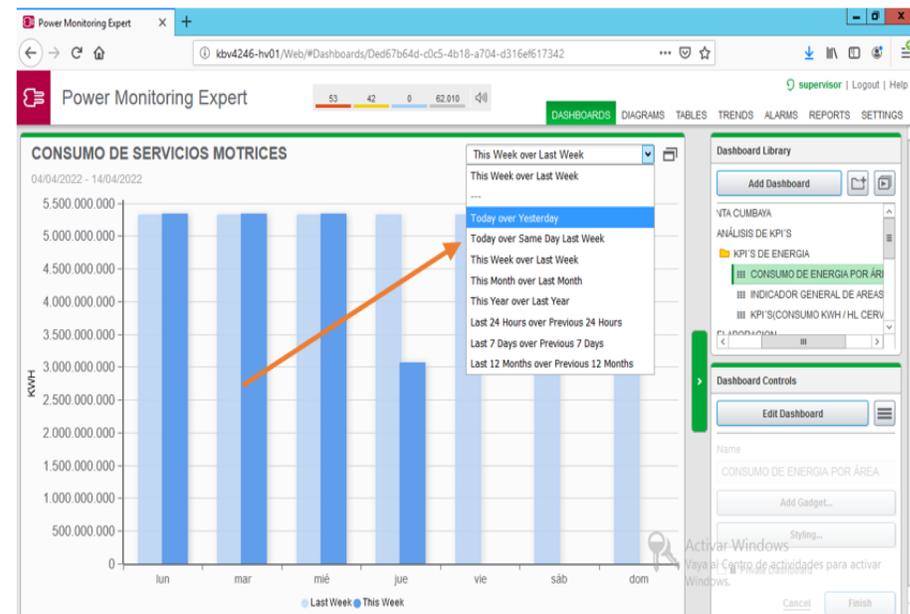
KPI'S ENERGIA CONSUMIDA/FLUJOMETROS			
DATOS CONSUMO DE AGUA		DATOS CONSUMO DE VAPOR (KPI'S) [KWH / KG]	
ABLANDADA (KPI'S) [KWH / KG]		TOTAL SIN DESAIREADOR	
TOTAL	2.71	TOTAL SIN DESAIREADOR	2.50
FUERZA	0.09	COCINA	2.73
CO2	0.01	LINEA 1	1.07
REPOSICIÓN DE CALDERAS	0.20	SUBPRODUCTOS	0.77
ENFRIADORES DE CALDERAS	0.16	COCINA NUEVA	0.76
CONDENSADORES EVAPORATIVOS	0.52	LINEA 2	1.22
LINEA 1	1.53	BODEGA DE FRIO	2.02
LINEA 2	0.00	DESAIREADOR	2.90
GENERAL (KPI'S) [KWH / KG]		CALDERA 4	1.09
ELABORACION	0.25	CALDERA 5	4.42
FUERZA	0.15	CALDERA 6	0.80
ENVASE	0.26	PASTEURIZADOR LINEA 2	0.49
OFC. DESPACHO	0.41	LAVADORA BOT L2	6.51
I&S ALMACEN	0.02	ENVASE L1	1.07
SERVICIOS - ELABORACION	0.01	LAVADORA BOT L1	1.98
LINEA 1	0.27	CONDENSADOS (KPI'S) [KWH / KG]	
LINEA 2	0.30	COCINAS	0.06
INGRESO CALDERAS	0.75	LINEA 1	0.15
		LINEA 2	0.91
		DATOS CONSUMO CO2 (KPI'S) [KWH / KG]	
		STOCK CO2	0.06
		ELABORACION	2.91
		EMBOTELLADO	0.89
		TANQUE	0.08
		ACF SECADOR	2.20
		DATOS CONSUMO O2 (KPI'S) [KWH / KG]	
		AGUA ENFRIAMIENTO CO2	2.20
		LINEA 2	0.01
		DATOS KPI'S POR AREAS [KWH / t]	
		CONSUMO DE AGUA	52.38
		CONSUMO VAPOR	161.29
		CONSUMO COCINA	137.00
		CONSUMO CO2	216.29

5. Análisis y resultados

Dashboard de consumos energéticos y flujos unitarios diseñados en el software PME 8.2.



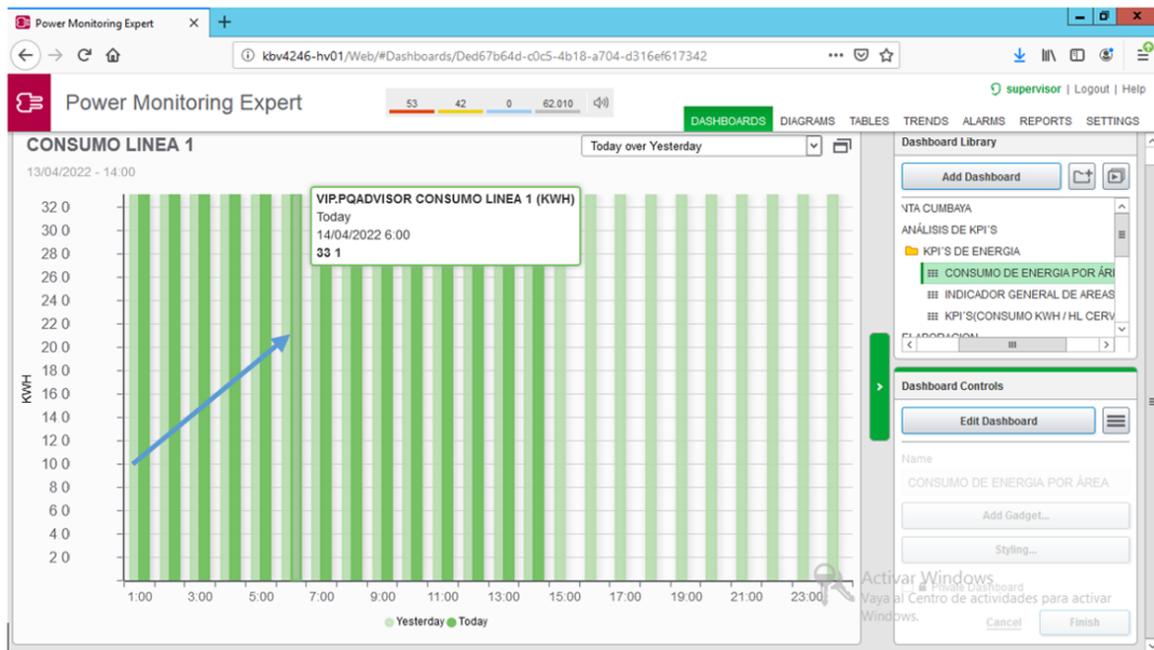
3946 KWh



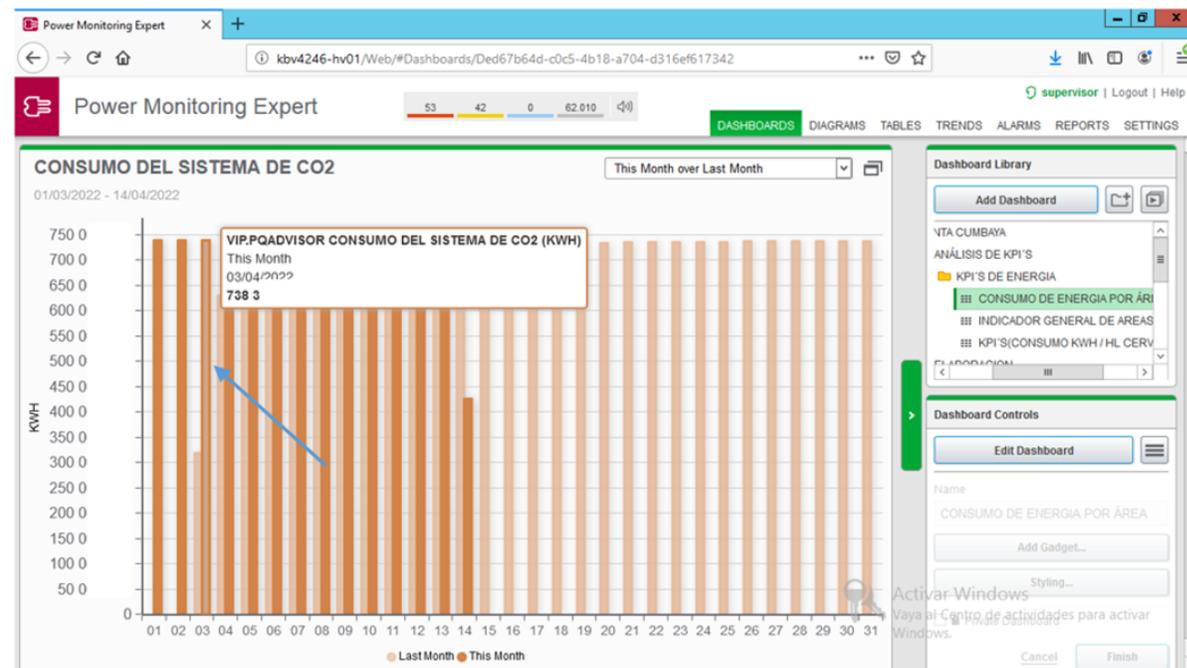
72187 KWh.

5. Análisis y resultados

Dashboard de consumos energéticos y flujos unitarios diseñados en el software PME 8.2.

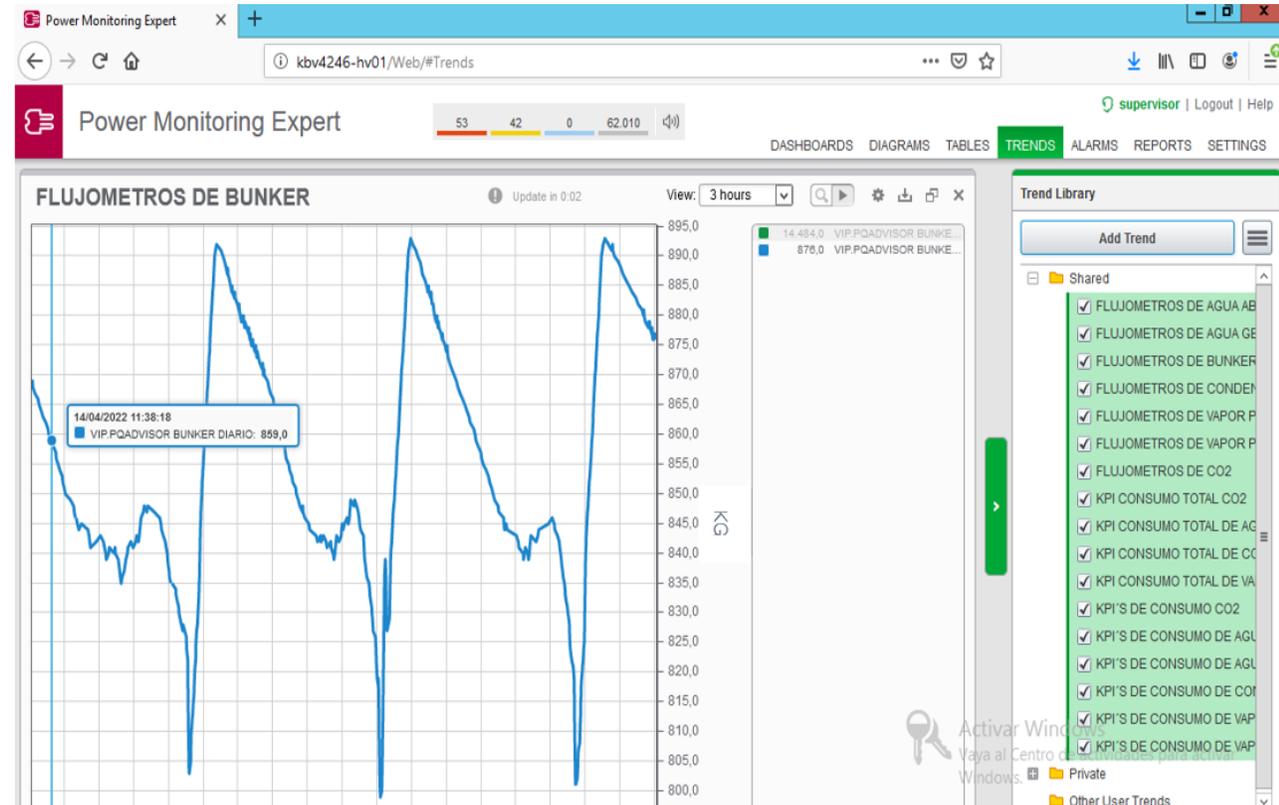
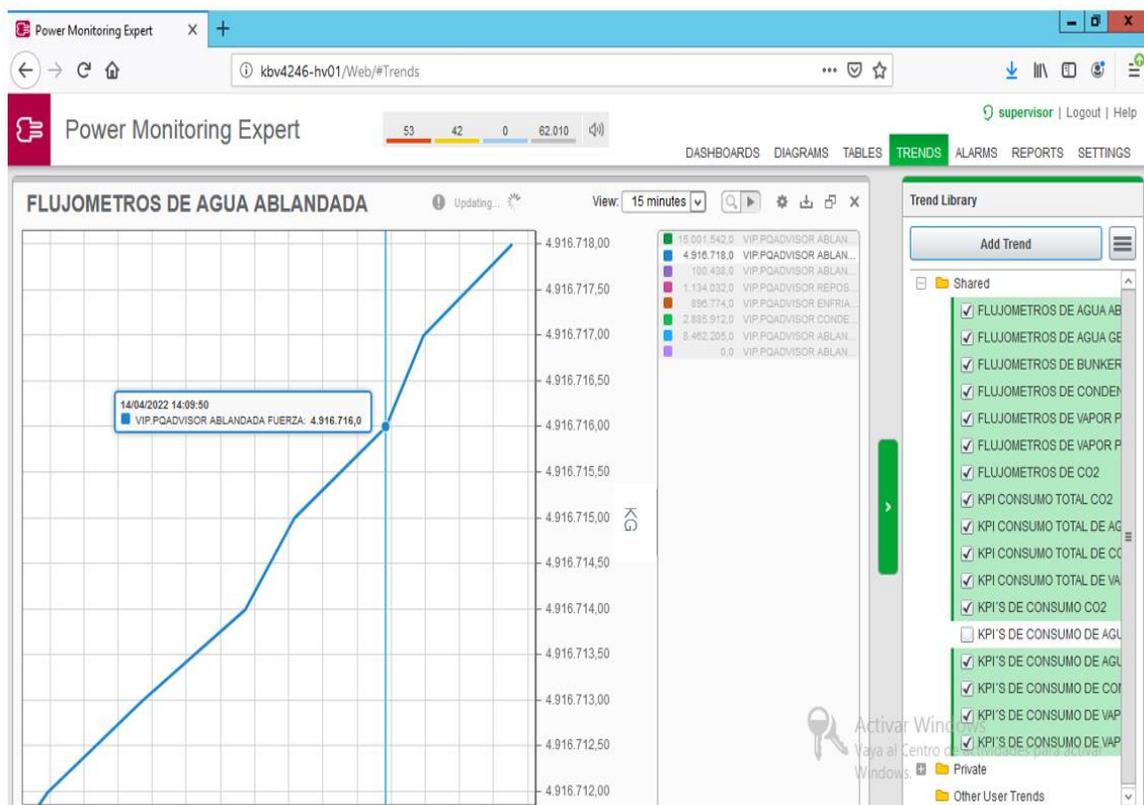


7383 KWh



5. Análisis y resultados

Dashboard de consumos energéticos y flujos unitarios diseñados en el software PME 8.2.



5. Análisis y resultados

Dashboard de consumos energéticos y flujos unitarios diseñados en el software PME 8.2.



Consumos

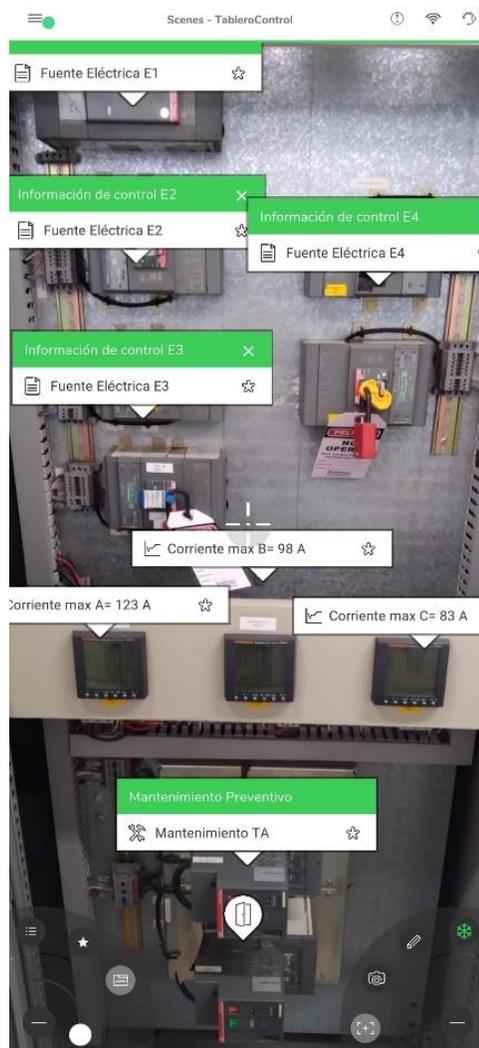
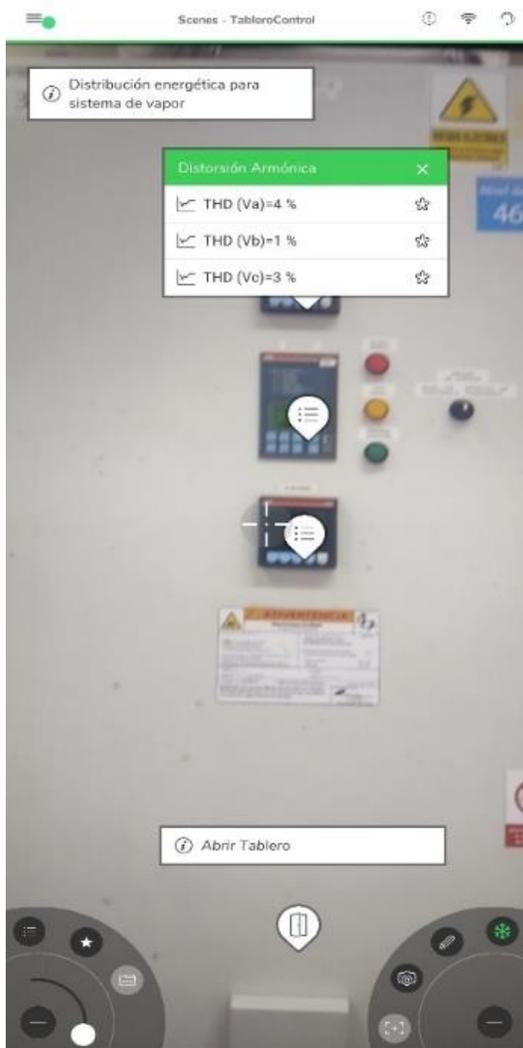
04/04/2022 0:00:00 - 11/04/2022 0:00:00 (Server Local)

Timestamp	Administracion Real Energy (kWh)	Elaboracion Real Energy (kWh)	Envase Real Energy (kWh)	Planta de Secado Real Energy (kWh)	Servicios Generales Real Energy (kWh)	Servicios Motrices Real Energy (kWh)
04/04/2022 3:30:00	4,75	40,04	1,67	0,97	7,88	123,54
04/04/2022 3:45:00	5,56	35,03	0,66	1,69	7,83	85,88
04/04/2022 4:00:00	4,89	34,43	1,64	0,84	7,82	119,83
04/04/2022 4:15:00	4,63	37,26	2,66	1,53	7,88	109,32
04/04/2022 4:30:00	4,69	45,50	0,63	1,06	7,91	102,51
04/04/2022 4:45:00	4,63	64,49	2,66	0,78	7,89	103,24
04/04/2022 5:00:00	4,63	43,78	0,62	0,78	7,84	94,33
04/04/2022 5:15:00	5,63	56,79	2,66	1,31	7,75	95,53
04/04/2022 5:30:00	3,31	41,31	0,62	1,69	8,77	117,06
04/04/2022 5:45:00	5,94	46,52	1,66	0,94	7,84	114,75
04/04/2022 6:00:00	5,00	32,91	1,61	1,41	7,75	104,20
04/04/2022 6:15:00	2,88	30,89	0,55	1,16	7,49	106,63
04/04/2022 6:30:00	2,88	22,24	2,36	1,00	6,56	90,44
04/04/2022 6:45:00	1,84	35,69	0,36	1,06	1,66	119,21
04/04/2022 7:00:00	2,78	44,34	2,32	0,56	1,63	116,25
04/04/2022 7:15:00	1,84	54,18	0,36	1,28	1,62	121,46
04/04/2022 7:30:00	2,91	51,38	2,35	0,78	1,87	113,50
04/04/2022 7:45:00	2,88	48,61	2,34	1,31	3,00	125,19
04/04/2022 8:00:00	2,94	49,76	1,36	1,16	2,02	106,00
04/04/2022 8:15:00	3,69	47,67	3,34	1,22	2,02	88,08
04/04/2022 8:30:00	2,88	48,13	4,38	1,44	2,10	69,13
04/04/2022 8:45:00	2,88	40,40	1,34	1,69	1,81	89,44
04/04/2022 9:00:00	3,88	35,29	3,38	1,44	1,61	74,13
04/04/2022 9:15:00	3,03	32,72	4,32	1,06	1,88	75,33
04/04/2022 9:30:00	3,88	42,56	2,40	0,59	1,62	70,10
04/04/2022 9:45:00	3,03	43,85	2,37	0,97	1,69	69,00
04/04/2022 10:00:00	3,00	54,53	2,41	1,88	2,58	66,74
04/04/2022 10:15:00	3,16	44,14	4,35	2,31	1,62	65,33
04/04/2022 10:30:00	3,16	51,13	1,40	3,31	1,73	72,89
04/04/2022 10:45:00	3,25	49,35	3,34	2,00	2,31	76,96
04/04/2022 11:00:00	3,94	53,80	2,39	1,63	2,50	92,77
04/04/2022 11:15:00	3,03	46,98	4,36	2,94	1,60	99,18
04/04/2022 11:30:00	3,34	52,26	1,37	2,63	1,70	100,52
04/04/2022 11:45:00	3,06	66,35	1,37	1,75	1,85	95,47
04/04/2022 12:00:00	3,00	61,79	4,34	1,44	2,50	100,86
04/04/2022 12:15:00	3,81	68,74	2,39	1,50	1,45	93,44
04/04/2022 12:30:00	4,00	49,34	3,35	2,28	1,47	95,15
04/04/2022 12:45:00	4,31	44,23	3,41	2,53	1,48	94,32

5. Análisis y resultados

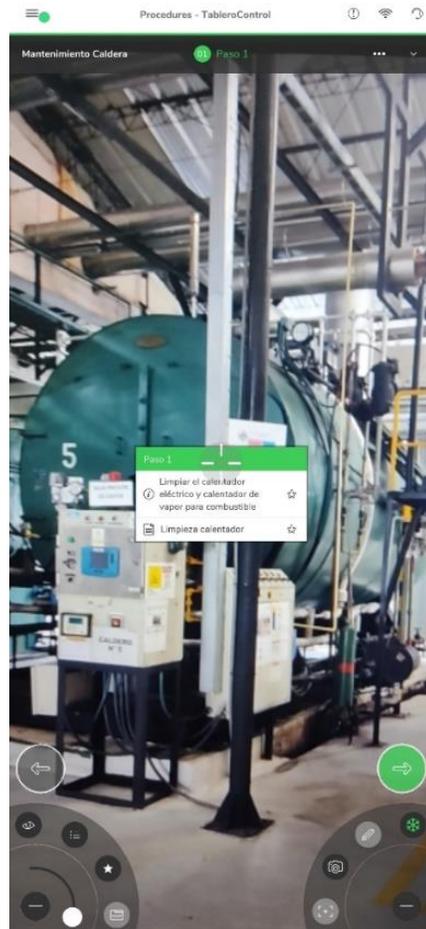
Resultados de Realidad Aumentada

Monitoreo y mantenimiento de tableros eléctricos

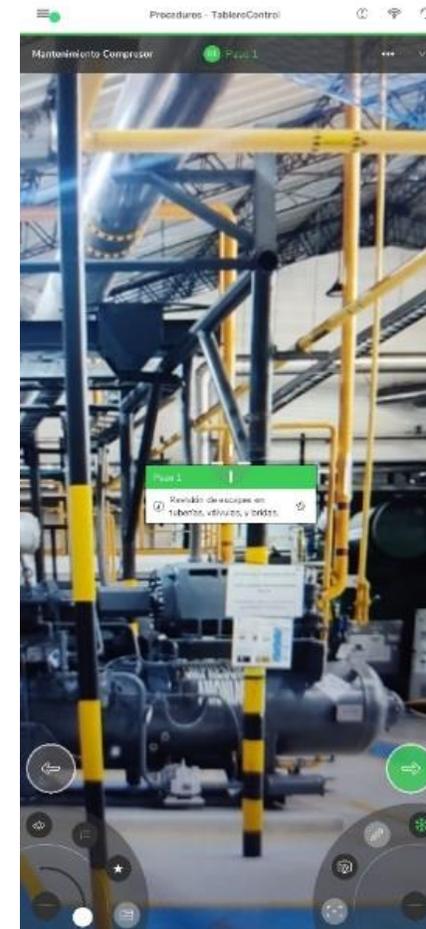


Resultados de Realidad Aumentada

Guía paso a paso para mantenimientos de calderos



Guía paso a paso para mantenimientos de compresores



Conclusiones

Se logró diseñar con éxito la arquitectura de comunicación mediante OPC en la planta cervecera tipo, permitiendo de esta forma llevar los datos de los flujómetros del software InTouch al software PME 8.2 de Schneider Electric, el cual permitió desarrollar los Kpi's que relacionan el consumo de los flujómetros con el consumo energético de las principales áreas de la planta cervecera tipo.

Se desarrolló uno de los más importantes indicadores que se basan en la relación entre el consumo energético total de la planta cervecera con respecto a la cantidad de cerveza, de tal forma que sirve como un seguimiento al consumo de energía mensual en la producción de cerveza.

Se diseñó de forma eficiente un HMI con ayuda del complemento Vista del PME 8.2 de Schneider Electric, el cual permitirá visualizar un resumen de los consumos energéticos de los medidores de energía de las principales áreas de la planta cervecera tipo en los tres turnos de operación trabajo de la planta, en segunda instancia también el HMI que se diseñó permitirá visualizar los Kpi's de forma clara y ordenada en un formato de dígitos numéricos.

Conclusiones

Se diseñó satisfactoriamente dashboard con el apoyo del complemento Web Application del PME 8.2, de tal forma que permitirán verificar por medio de porcentajes en gráficos de pastel que áreas consumirán más, o menos energía dentro de la planta cervecera tipo, con el fin de tener información del comportamiento de la planta para poder realizar futuros ahorros de energía.

Se realizó guías para mantenimientos preventivos de una manera más rápida y sencilla en base a una secuencia de indicaciones programadas en la aplicación móvil de realidad aumentada, por tanto, llevar a cabo mantenimientos consistió básicamente en orientar al usuario a realizar tareas paso a paso, de tal manera que se reduce en gran medida los tiempos de inactividad.

Resultó de gran utilidad saber cuánto es el ahorro económico y cuál es la contaminación evitada en una planta cervecera en base a los valores calculados desde el medidor de energía. Para este propósito se consideró dos medidas importantes de eficiencia energética: la contaminación evitada medida en kilogramos de dióxido de carbono (Kg CO₂) y el ahorro económico producido por fuentes renovables medido en dólares (\$).

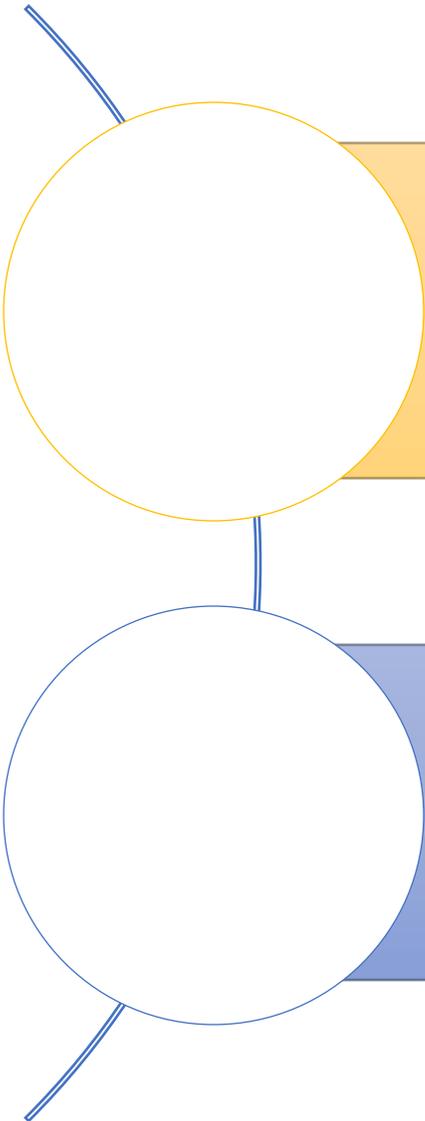
Se redujo significativamente los errores de los operadores debido a las guías programadas paso a paso para cumplir tareas de mantenimiento y monitoreo de manera correcta. Es por ello, que la aplicación móvil de realidad aumentada fue de gran utilidad ya que permitió visualizar el contenido interior de un tablero de distribución eléctrica con todos sus elementos sin necesidad de abrirlo físicamente, de tal manera que se pudo recolectar, gestionar, y administrar datos relevantes sobre el comportamiento en tiempo real de la planta cervecera enfocado en cada área de producción con mayor seguridad.

Conclusiones

Finalmente, se resolvió el problema de reducir los tiempos de inactividad ya que en ocasiones la consecuencia de no tener una planificación de parada de máquinas es una pérdida de producción, en consecuencia, con la ayuda de realidad aumentada la información clave está disponible al instante. Por consiguiente, tener acceso rápido a información clave sobre los mantenimientos o posibles fallos de equipos, resultó indispensable para evitar pérdidas de tiempo que ocasionan pérdidas de producción y por tanto reducción de ganancias.

4. Conclusiones y recomendaciones

Recomendaciones



Se propone como una posible implementación a futuro llevar los datos de la red industrial es decir del software Power Monitoring Expert, a un software de análisis de datos denominado Power BI el cual por lo general ya se encuentra en la red administrativa, por lo tanto, si se lograría a futuro conectar los dos softwares mencionados, se podría alcanzar el nivel más alto de la pirámide de automatización industrial.

En cuanto a trabajos futuros referentes a realidad aumentada, se propone implementar la realidad virtual como tecnología clave para recorrer entornos virtuales de tal manera que se pueda ejecutar acciones y obtener reacciones que no afecten los entornos reales. A nivel industrial se podría aplicar para temas de entrenamiento de nuevo personal con la finalidad de realizar un reconocimiento de los espacios y riesgos asociados a los diferentes procesos, previniendo errores que se puedan ocasionar al manejar entornos reales.

¡ Gracias !

¿ Preguntas ?

Contacto:

William Pumasunta

wspumasunta@espe.edu.ec

Edwin Farinago

eafarinango1@espe.edu.ec