



Where Air Meets Quality

Máster Universitario en Ingeniería Informática. UCLM

AUTORES

Jeferson Arboleda Gómez

Pedro Miguel Luzón Martínez

Alberto Mora Plata

Santiago Mora Soler

 airq@protonmail.com

 <https://github.com/airqinc/>

Índice

1. ¿Quiénes somos?
2. Nuestra historia
3. ¿Qué ofrecemos?
4. Infraestructura
5. Módulos del sistema
6. Trabajo futuro



I. ¿Quiénes somos?

AirQ



I. ¿Quiénes somos?

Misión



INFORMAR

AYUDAR

I. ¿Quiénes somos?

Misión



INFORMAR

sobre el estado de la
calidad del aire

AYUDAR

a entidades a mitigar
sus efectos negativos



I. ¿Quiénes somos?

Visión



CRECER

I. ¿Quiénes somos?

Visión



CRECER

adquiriendo 5 nuevas zonas y
50 nuevos clientes a final de año



Índice

1. ¿Quiénes somos?
2. **Nuestra historia**
3. ¿Qué ofrecemos?
4. Infraestructura
5. Módulos del sistema
6. Trabajo futuro



2. Nuestra historia

¿Cuál fue nuestro cometido?



- **Adquisición y venta de datos sobre calidad del aire**
 - Venta de datos de contaminación en bruto por zonas en tiempo real
 - Oferta de histórico de datos en bruto
 - Despliegue de sensores en zonas personalizadas
- Servicio ofrecido a:
 - Administraciones públicas
 - Empresas privadas

2. Nuestra historia

¿Cómo abordamos el plan de empresa?



- Definición de la idea de negocio
- Análisis del entorno general y específico
- Especificación del modelo de negocio
- Definición de la arquitectura empresarial
- Gestión de las TIC y RRHH
- Creación del plan de innovación
- Estudio de una propuesta de financiación
- Elaboración de un SGSI



2. Nuestra historia

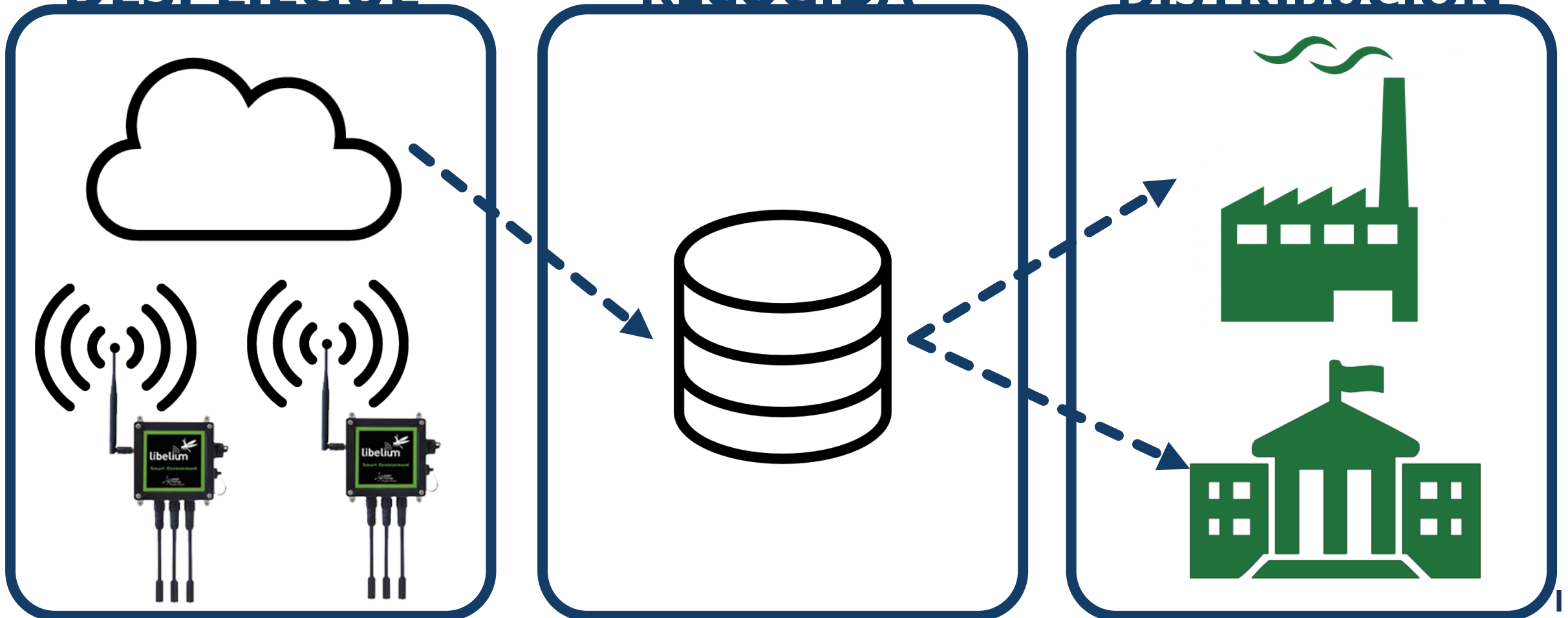
Redefinición del Negocio



DESPLIEGUE

RECOGIDA

DISTRIBUCIÓN

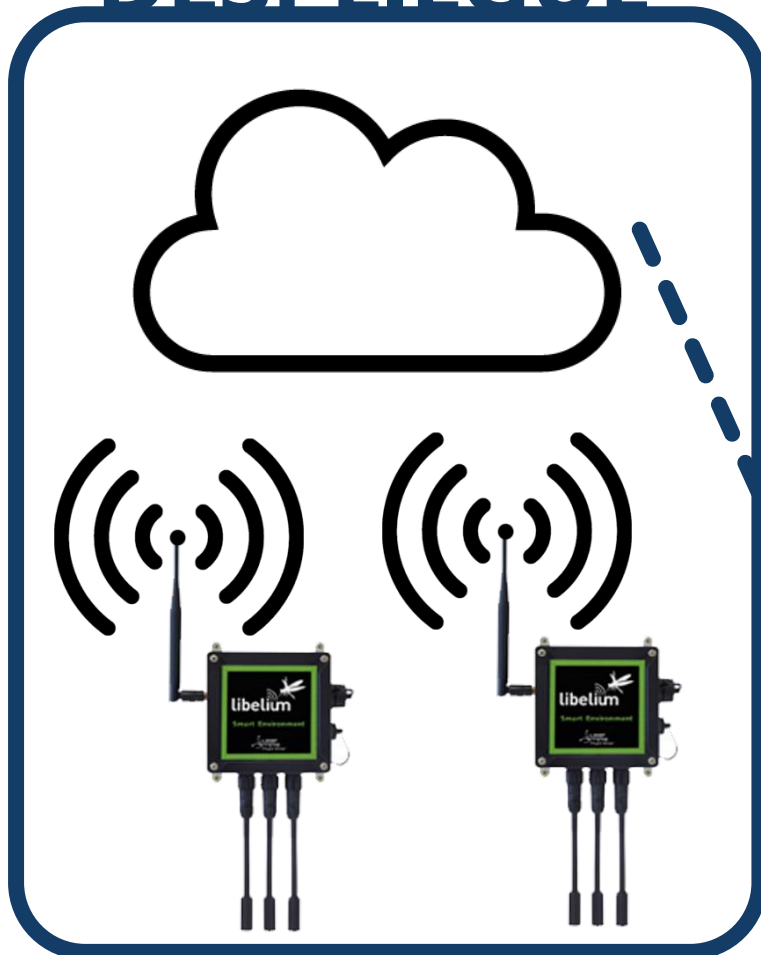


2. Nuestra historia

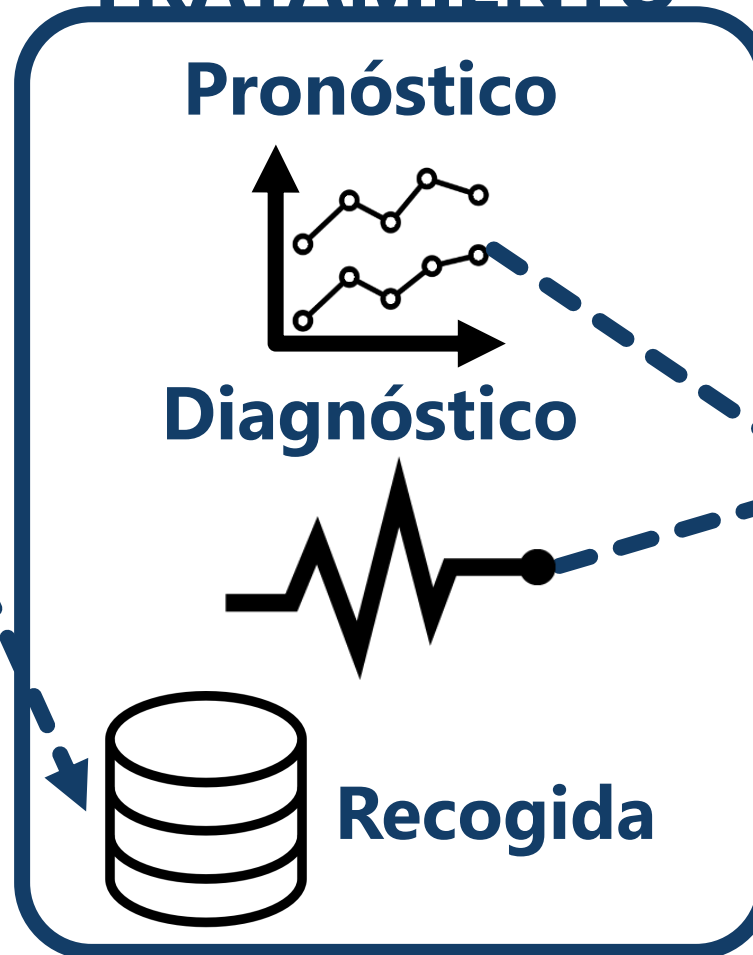


Redefinición del Negocio

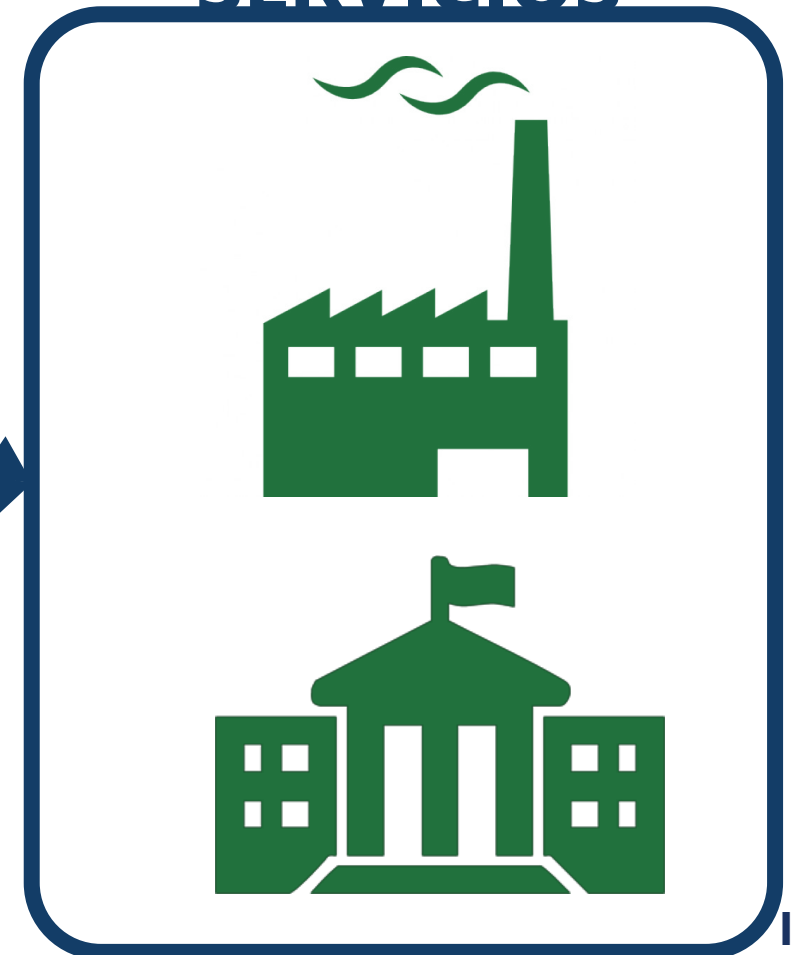
DESPLIEGUE



TRATAMIENTO



SERVICIOS



Índice

1. ¿Quiénes somos?
2. Nuestra historia
3. **¿Qué ofrecemos?**
4. Infraestructura
5. Módulos del sistema
6. Trabajo futuro



3. ¿Qué ofrecemos?

Gestión de los servicios



- Seguimiento de manuales **ITIL**
- **Redefinición de los servicios** de la organización
- Elicitación de **requisitos** y confección de **acuerdos a nivel de servicio**



3. ¿Qué ofrecemos?

Portfolio de servicios



Sistema para el diagnóstico y la predicción ambiental

S1: Diagnóstico y alertas de contaminantes en tiempo real

S2: Pronóstico y alertas de niveles de contaminación para 24 horas

S3: Despliegue de sensores en zonas personalizadas

S4: Suscripción a canales de datos por zonas

S5: Histórico de datos por zonas

3. ¿Qué ofrecemos?



AQI y contaminantes

- **AQI** es un índice para reportar calidad del aire cuyo rango va de 0 a 500
- Obtenido a partir de una fórmula proporcionada por la United States Environmental Protection Agency
- Es calculado para cada contaminante y está orientado a humanos:

AQI	Estado	Bueno
0 a 50	Bueno	Verde
51 a 100	Moderado	Amarillo
101 a 150	Insalubre para grupos sensibles	Naranja
151 a 200	Insalubre	Rojo
201 a 300	Muy insalubre	Púrpura
301 a 500	Peligroso	Granate

3. ¿Qué ofrecemos?

AQI y contaminantes



- Los **contaminantes** con los que trabajamos son:
 - O₃ (ozono)
 - PM 2,5 (partículas en suspensión de hasta 2,5µm de diámetro)
 - PM 10 (partículas en suspensión de hasta 10µm de diámetro)
 - CO (monóxido de carbono)
 - SO₂ (dióxido de azufre)
 - NO₂ (dióxido de nitrógeno)

3. ¿Qué ofrecemos?

Portfolio de servicios – SI



- **Visualización del estado del aire en la página web en tiempo real**
- El estado se presenta como:
 - Un **índice** global y por contaminante obtenido a partir de la fórmula AQI de la EPA
 - Un **mensaje** sobre el estado general del aire a partir de dicho índice
 - Un **color** dependiendo del valor del índice
- **Alertas** en la web y el correo electrónico para niveles de contaminación elevados en tiempo real

3. ¿Qué ofrecemos?



Portfolio de servicios – S1

- **Precio:** 30€ al mes por zona (-5% por cada zona adicional)
- Servicio **básico**
- Servicio dirigido al **cliente**
- Depende del servicio **S4**

3. ¿Qué ofrecemos?



Portfolio de servicios – S2

- **Visualización del pronóstico de la calidad del aire en 24 horas en la página web**
- Presentado en el mismo **formato** que el diagnóstico
- **Alertas** en la web y el correo electrónico para niveles de contaminación elevados
- **Precio: 19,99€**
- Servicio **Premium**
- Servicio dirigido al **cliente**
- Depende de los servicios **S4 y S5**

3. ¿Qué ofrecemos?



Portfolio de servicios – S3

- **Despliegue de sensores en una zona específica**
- La zona es **solicitada** por el cliente para la creación de un nuevo proyecto
- Se habilita un **nuevo canal** de datos al finalizar la instalación
- El canal puede ser **público o privado**
- **Precio** a negociar con el cliente
- Servicio dirigido al **cliente**

3. ¿Qué ofrecemos?

Portfolio de servicios – S4



- **Preparación y activación de un canal de datos**
- Los datos del canal son **validados** para su uso
- El canal se sumará a la lista de canales ya ofrecidos
- La configuración del canal dependerá del propósito de éste
- Servicio **interno**

3. ¿Qué ofrecemos?

Portfolio de servicios – S5



- **Datos almacenados de contaminación para un periodo de tiempo**
- El periodo puede ser **definido o indefinido** (todos los datos)
- Servicio **interno**
- Depende del servicio **S4**

3. ¿Qué ofrecemos?



Service Level Requeriments (SLR) – SI

- Ofrecido a **instituciones públicas, empresas y particulares**
- Respuesta a incidencias **comunes** en menos de 24 horas
- Respuesta a incidencias **graves/críticas** en menos de 12 horas
- **Disponibilidad 24/7** en un 99,99%
- **Períodos de mantenimiento** 1 hora cada dos semanas con aviso previo

3. ¿Qué ofrecemos?

Service Level Agreement (SLA) – SI



- Fechas de **inicio y fin de contrato** y condiciones de **término**
- Procedimientos para manejo de **quejas y excepciones y contacto con la empresa**
- Estimación de **impacto** en caso de pérdida del servicio o activos

3. ¿Qué ofrecemos?

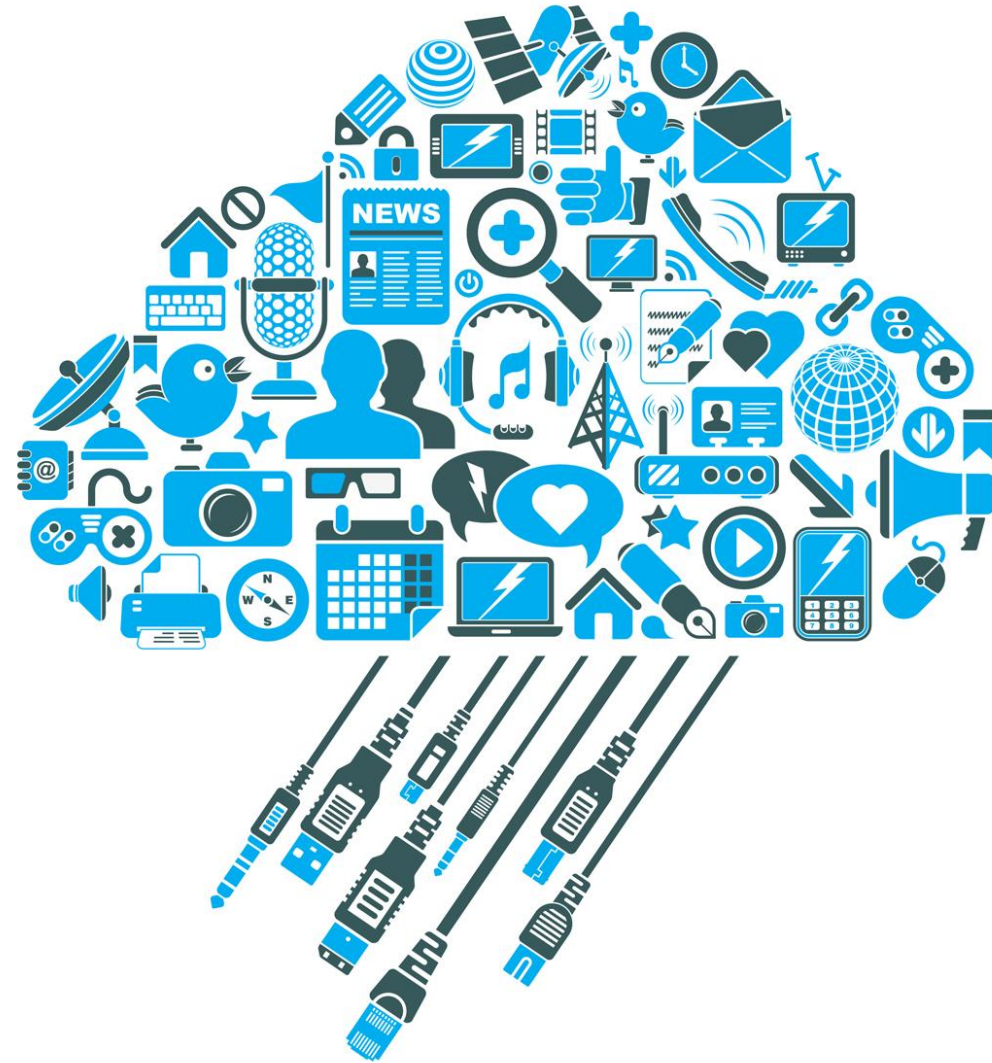
Situación actual



- Producción de MVP
- Filosofía ágil en nuestros procesos

Índice

1. ¿Quiénes somos?
2. Nuestra historia
3. ¿Qué ofrecemos
4. **Infraestructura**
5. Módulos del sistema
6. Trabajo futuro





■ Sistema cloud

- Diferentes alternativas: AWS, Microsoft Azure, Google, IBM Bluemix...



IBM **Bluemix**TM



docker

Repositorio en GitHub

<https://github.com/airqinc/airq-app>

4. Infraestructura

Introducción



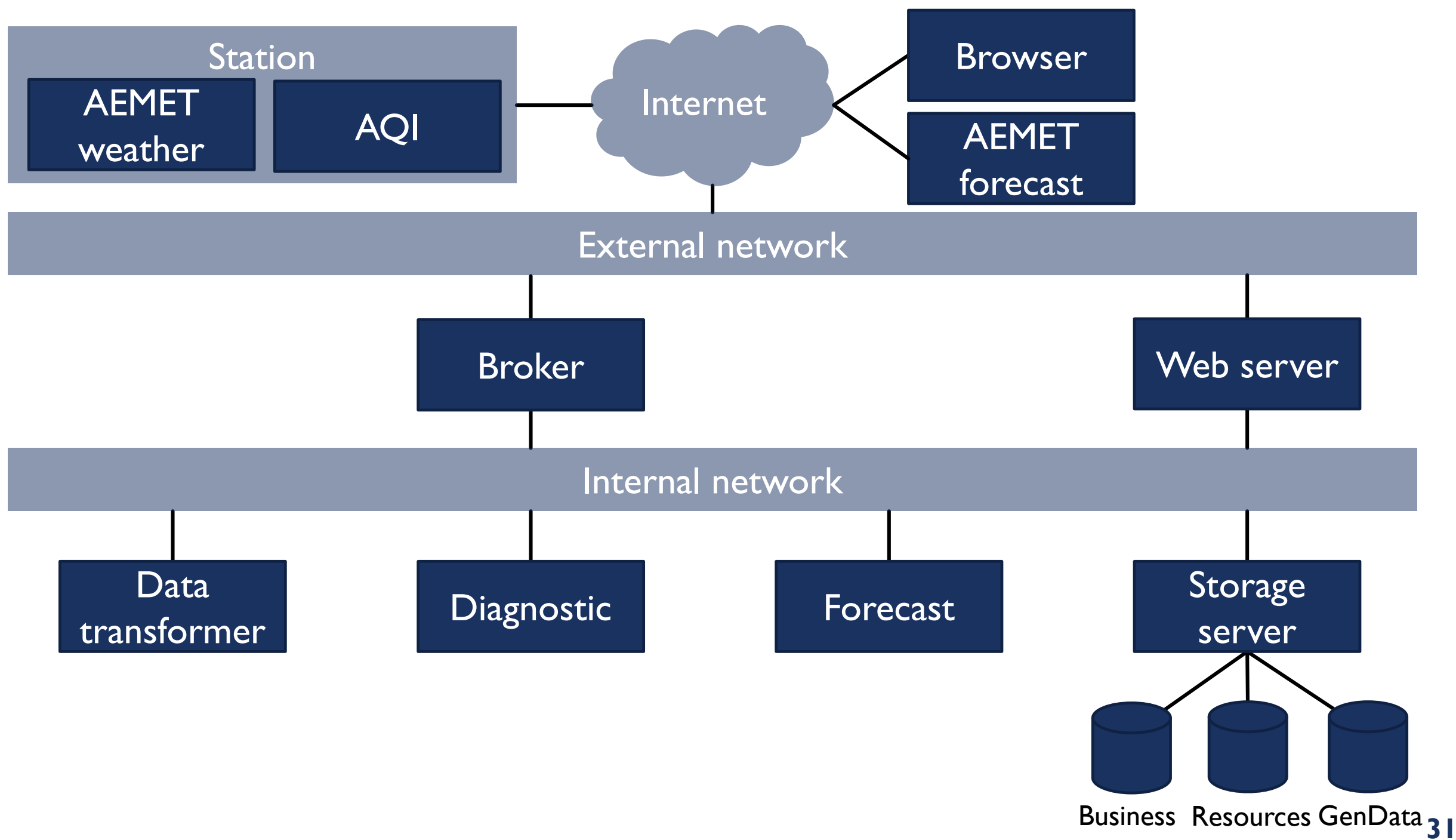
- Basado en CloudFoundry
 - Capa PaaS sobre entorno IaaS
- Soporta: Java, Node.js, Ruby, PHP...
- Gestión de aplicaciones y contenedores a través de un portal web o CLI
- Amplio catálogo de servicios
- Gratuito para estudiantes
- Automatización de despliegue de apps
- Código abierto
- Contenedores software
 - Encapsulación
 - Portabilidad
 - Escalabilidad
- Elimina el *Lock-in*

4. Infraestructura

Necesidades



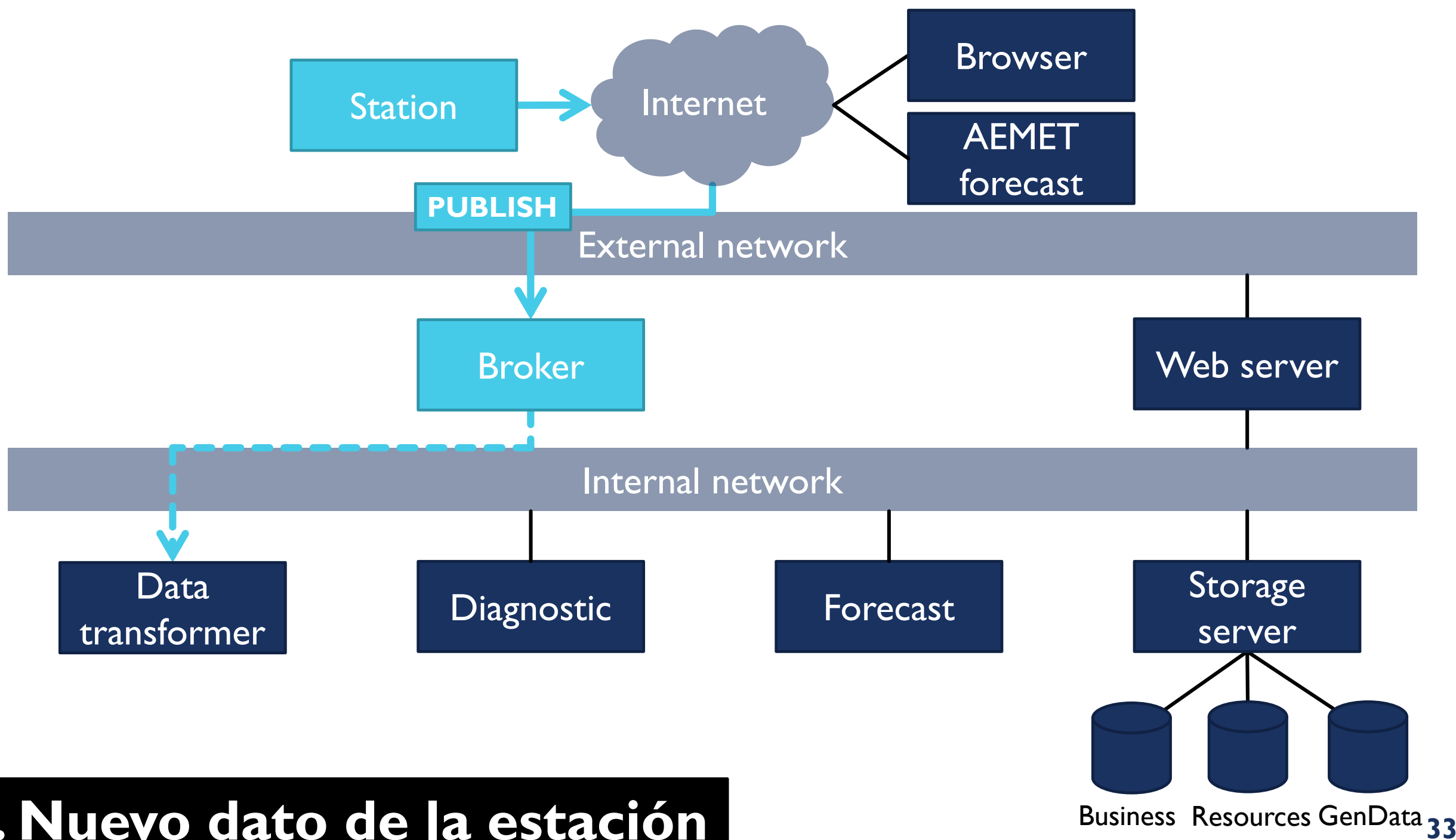
Contenedor	Necesidad
station	Obtención de datos sobre calidad del aire
mqtt	Comunicación entre estaciones y sistema
data-transformer	Pre-procesamiento de datos
diagnostic	Generación de diagnóstico a partir de una medición
forecast	Generación de pronóstico para las próximas 24h
storage-server	Persistencia de los datos
web-server	Aplicación para el usuario final



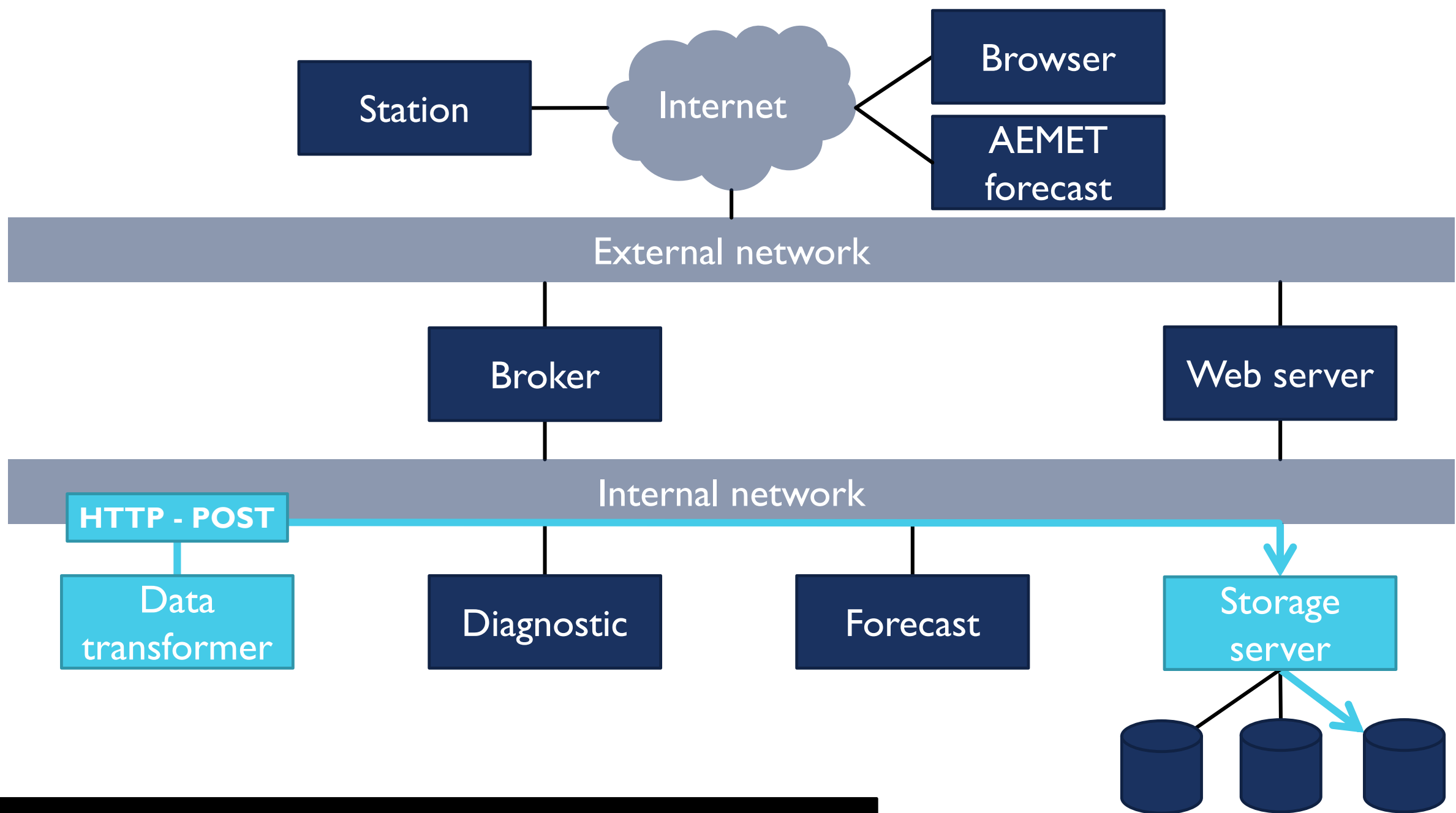


Esquema de la infraestructura

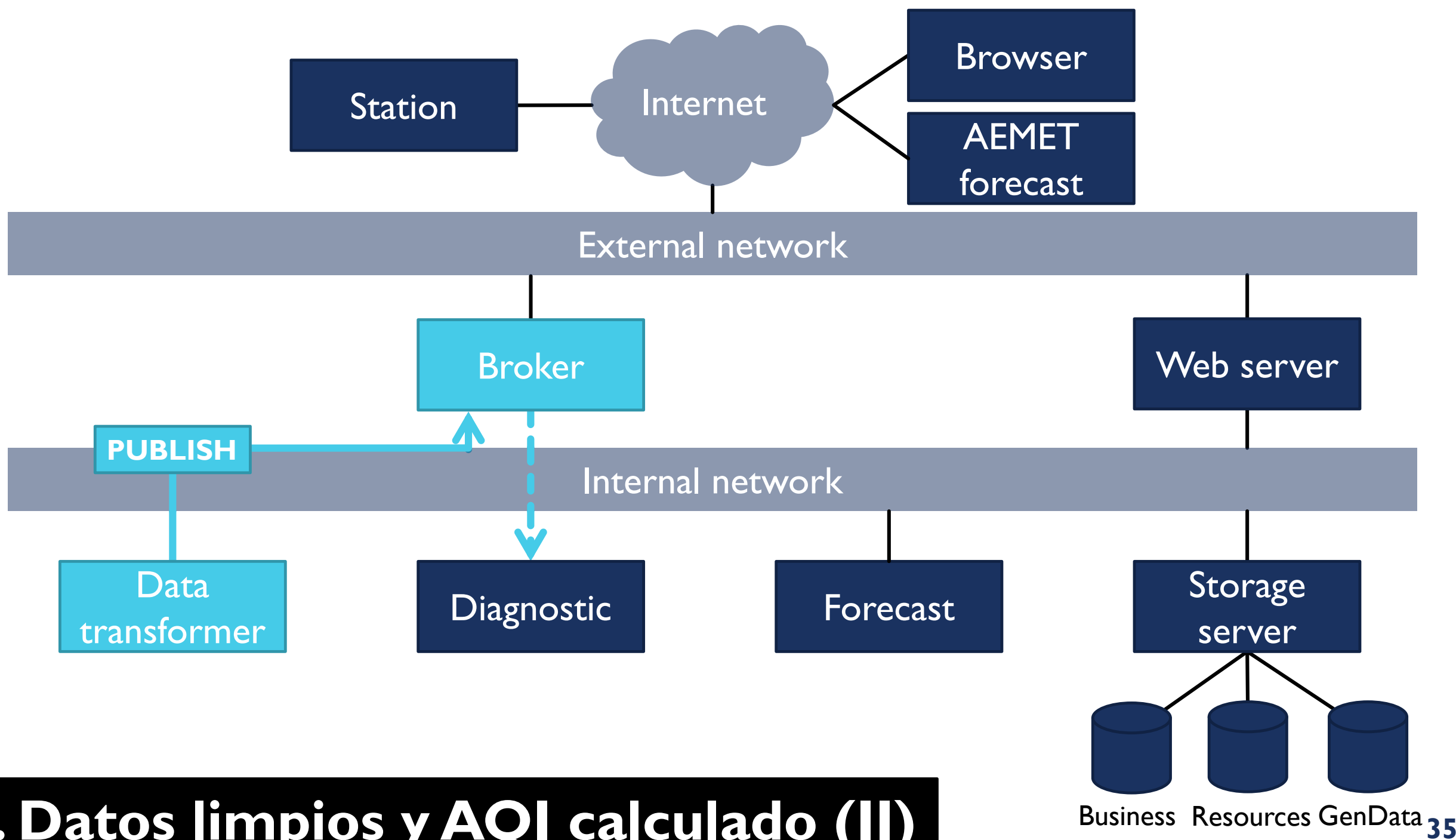
Funciones principales separadas en contenedores

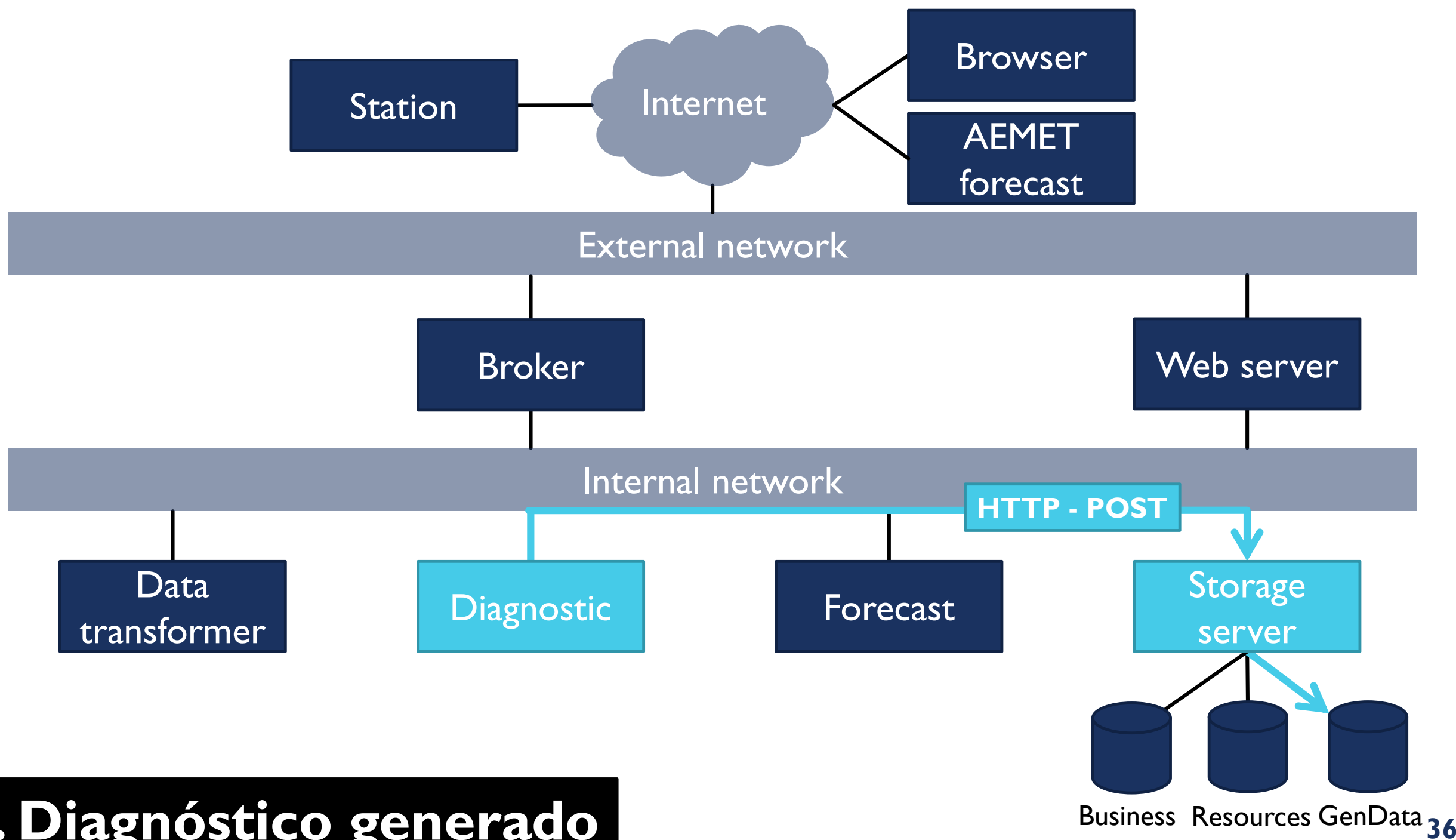


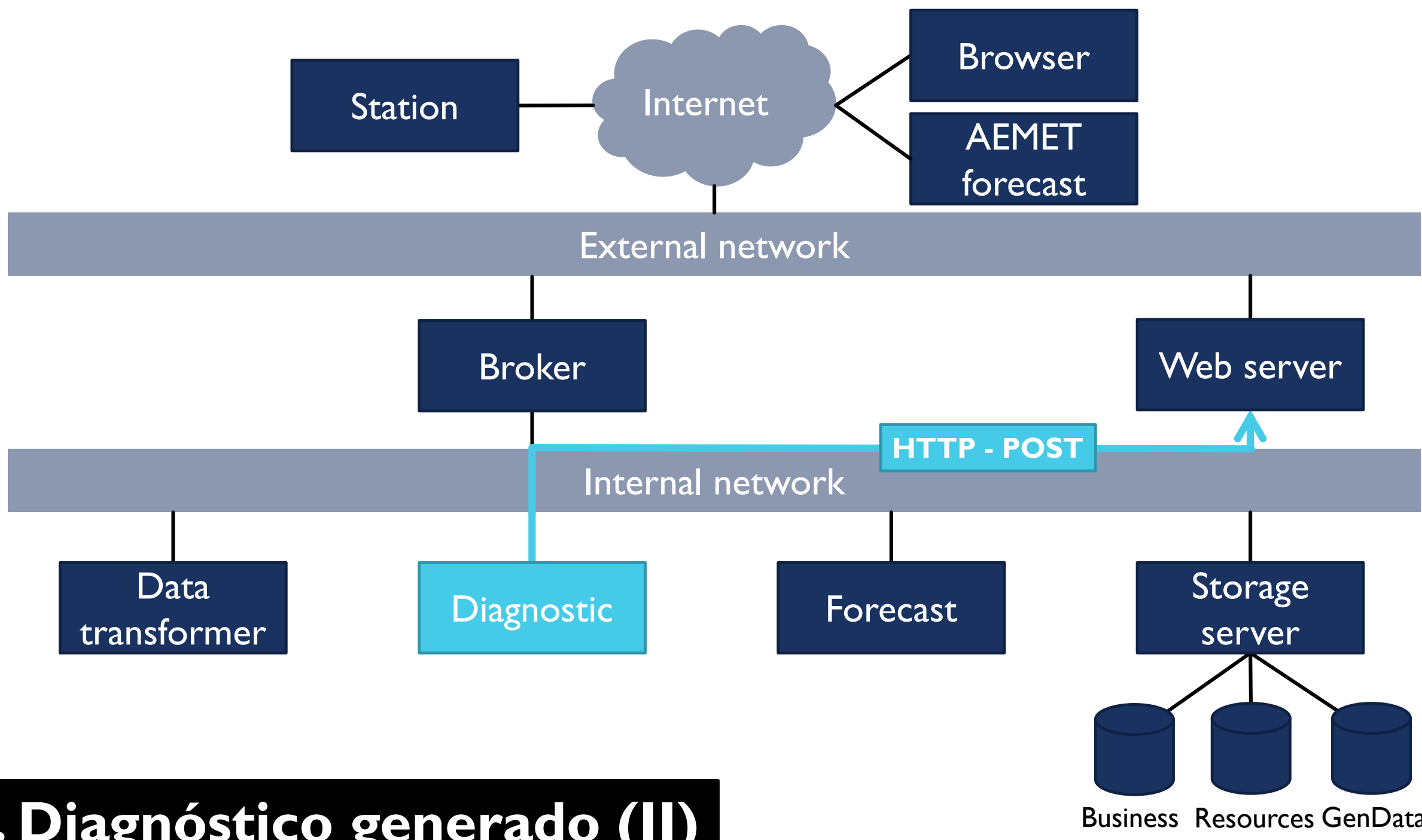
I. Nuevo dato de la estación



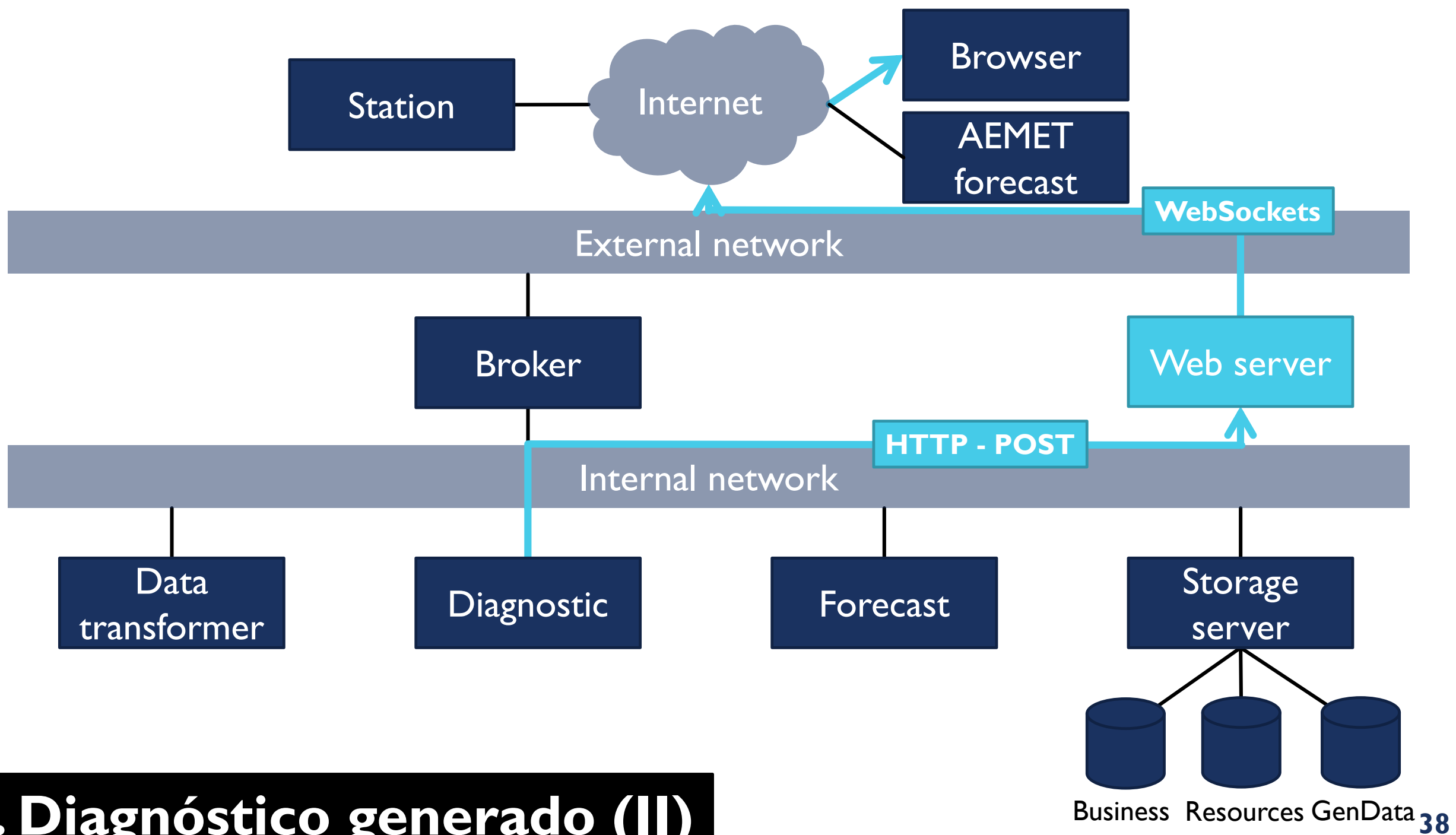
2. Datos limpios y AQI calculado

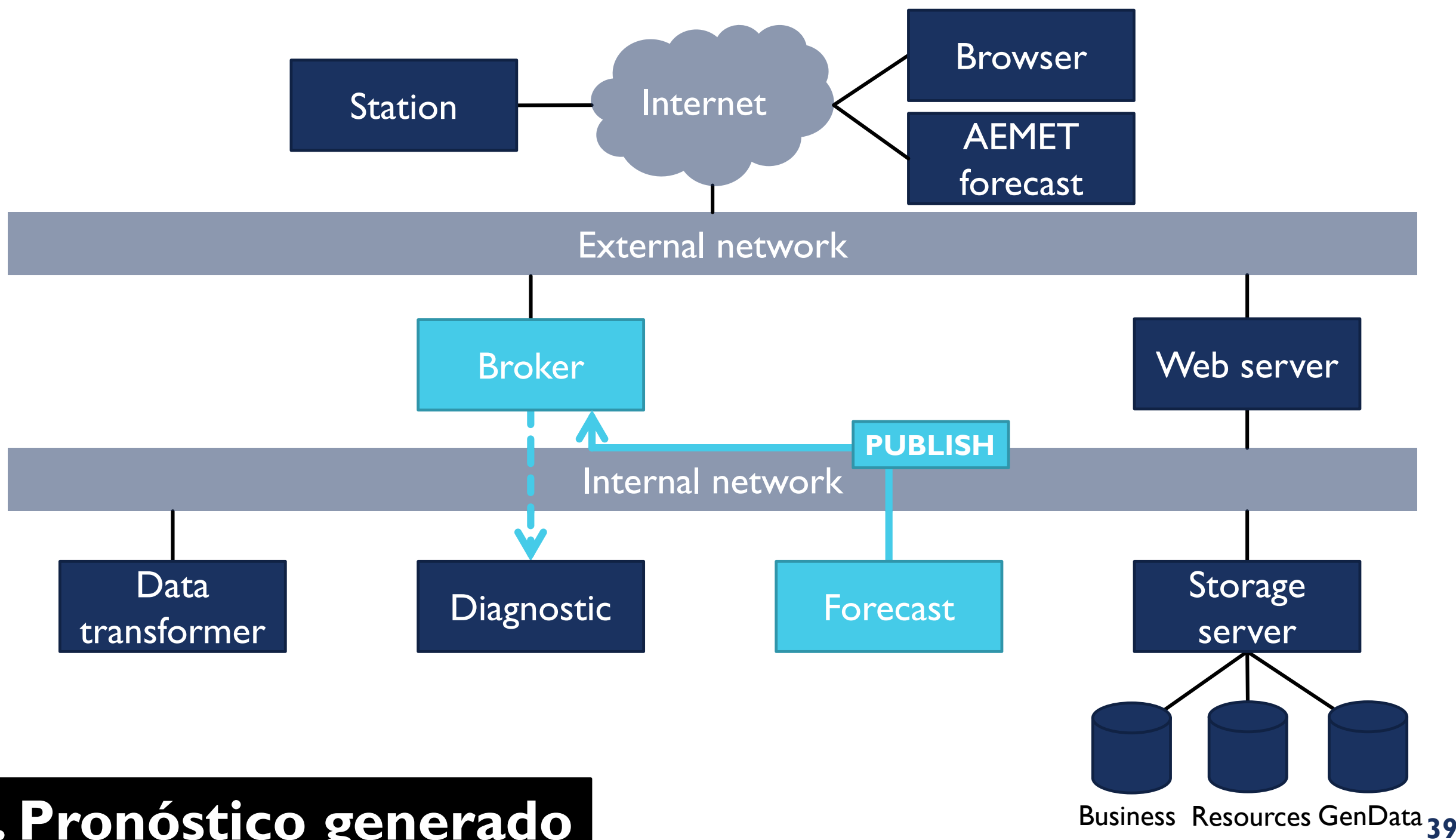


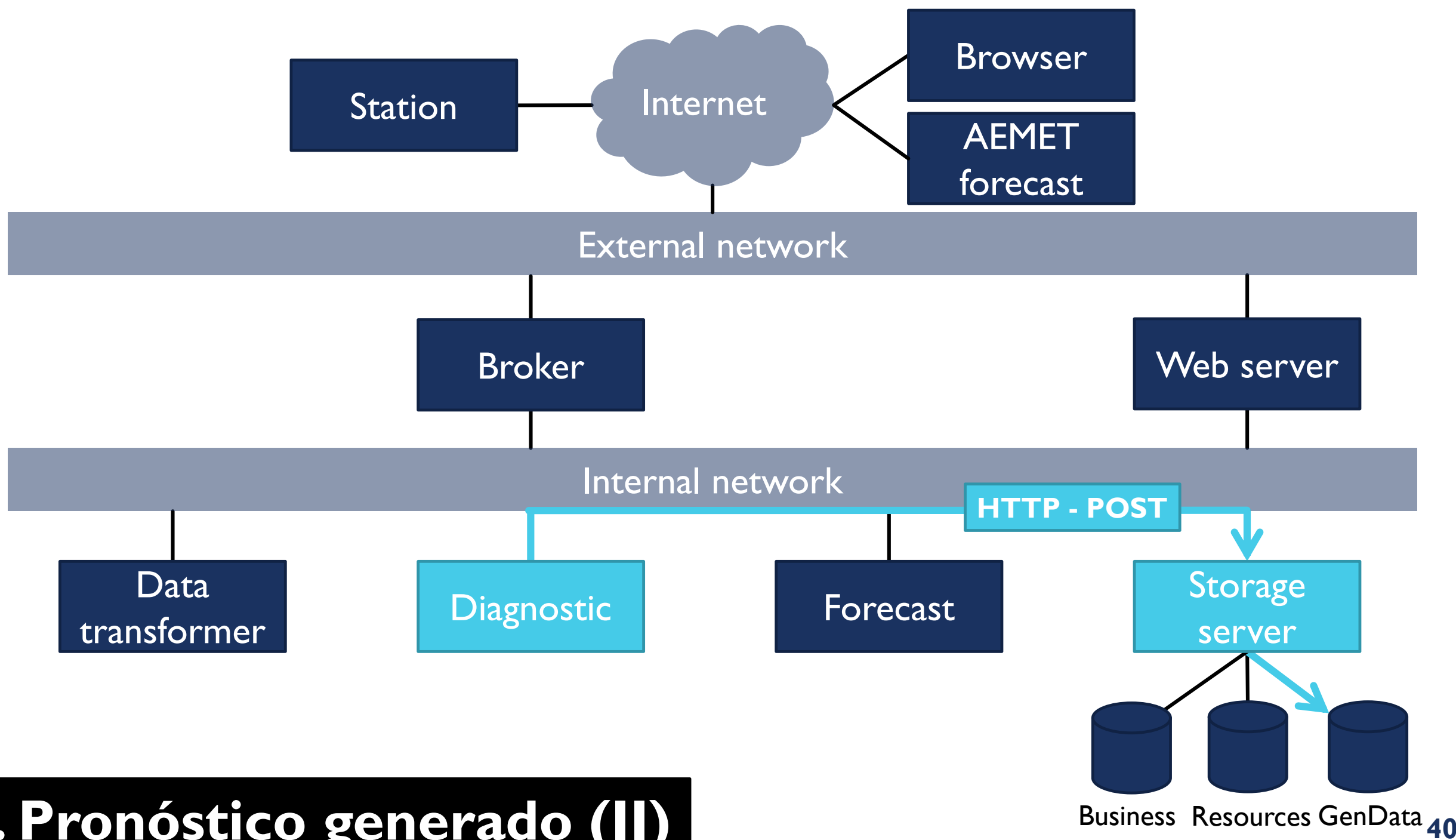


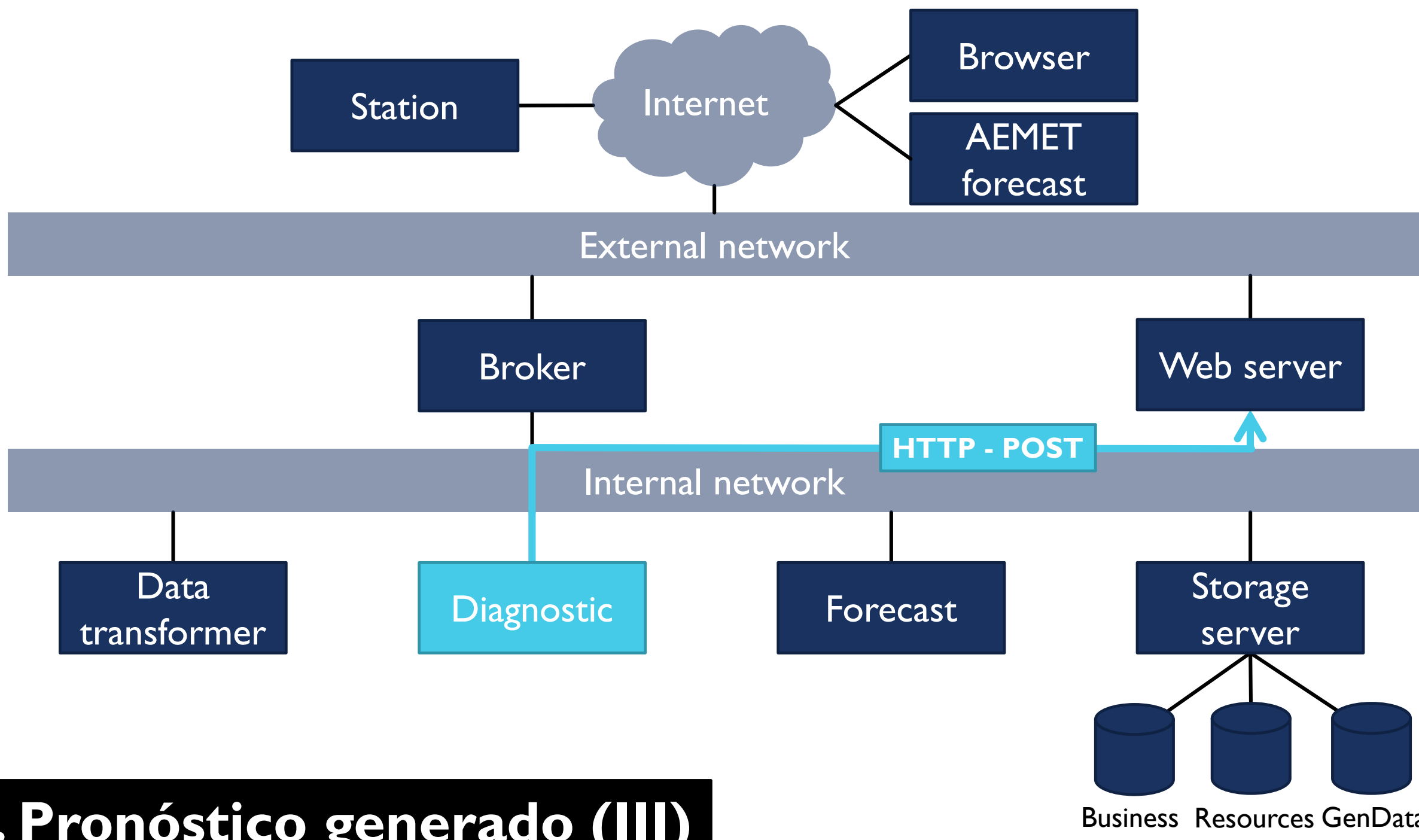


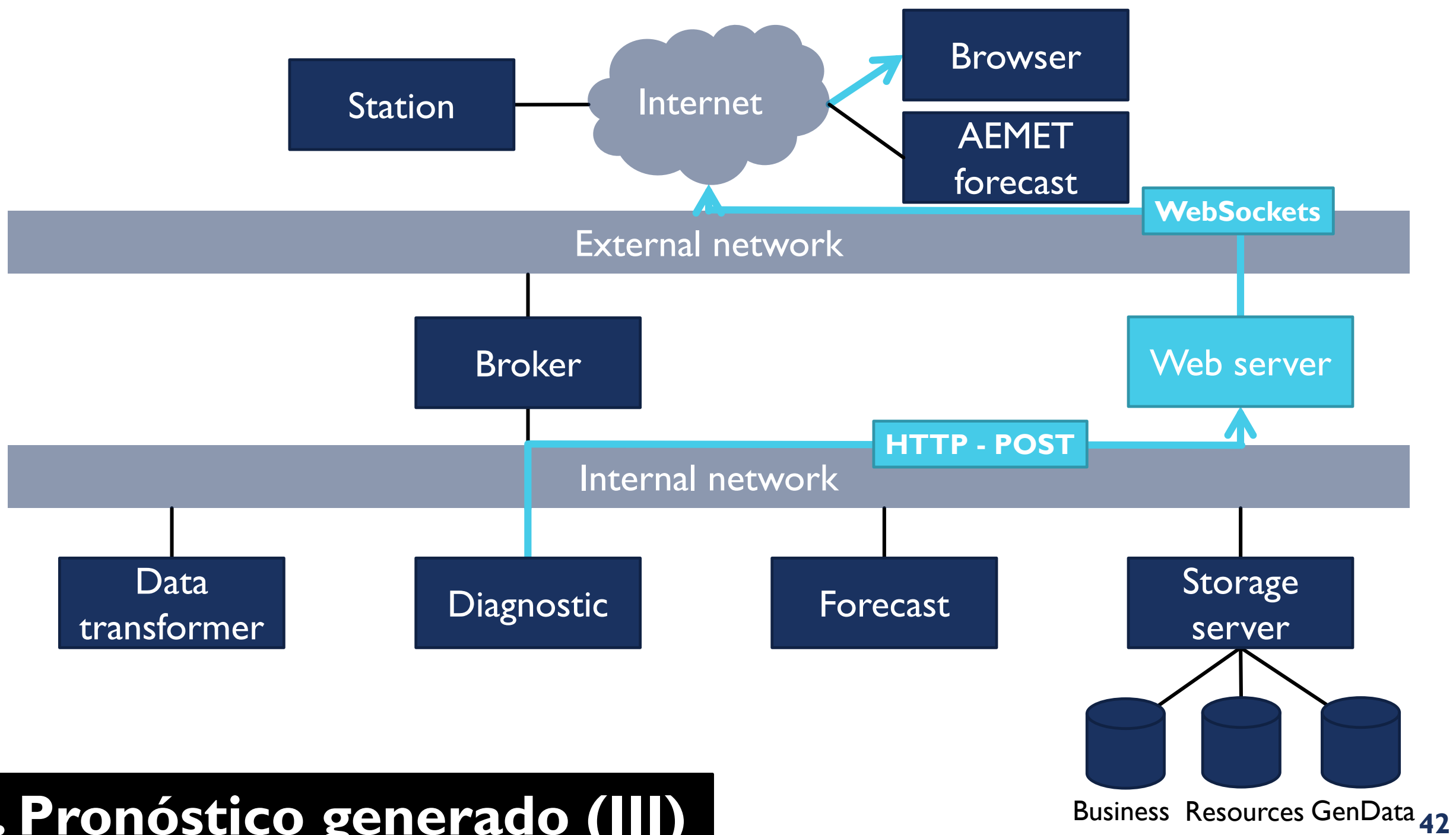
3. Diagnóstico generado (II)

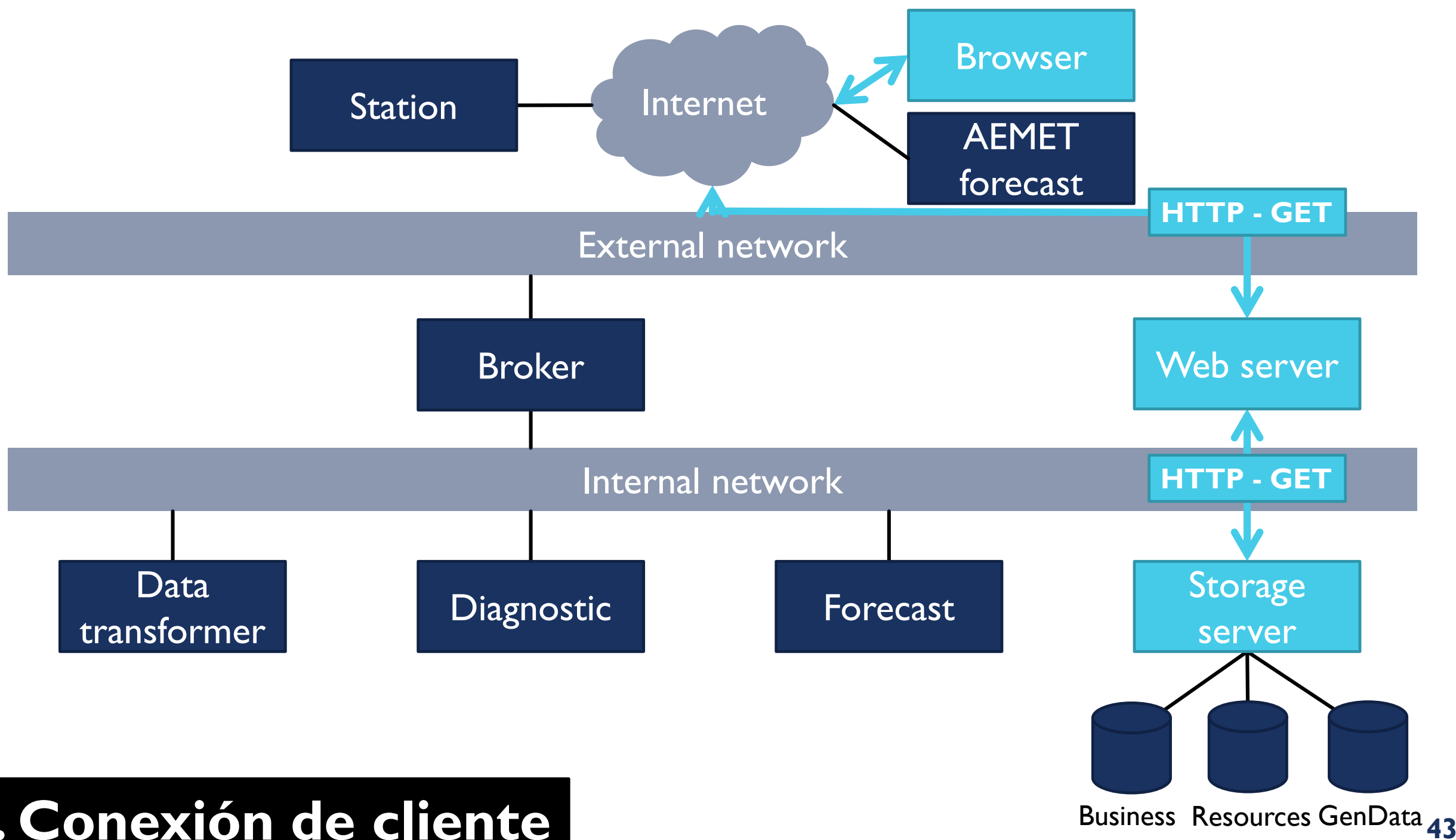








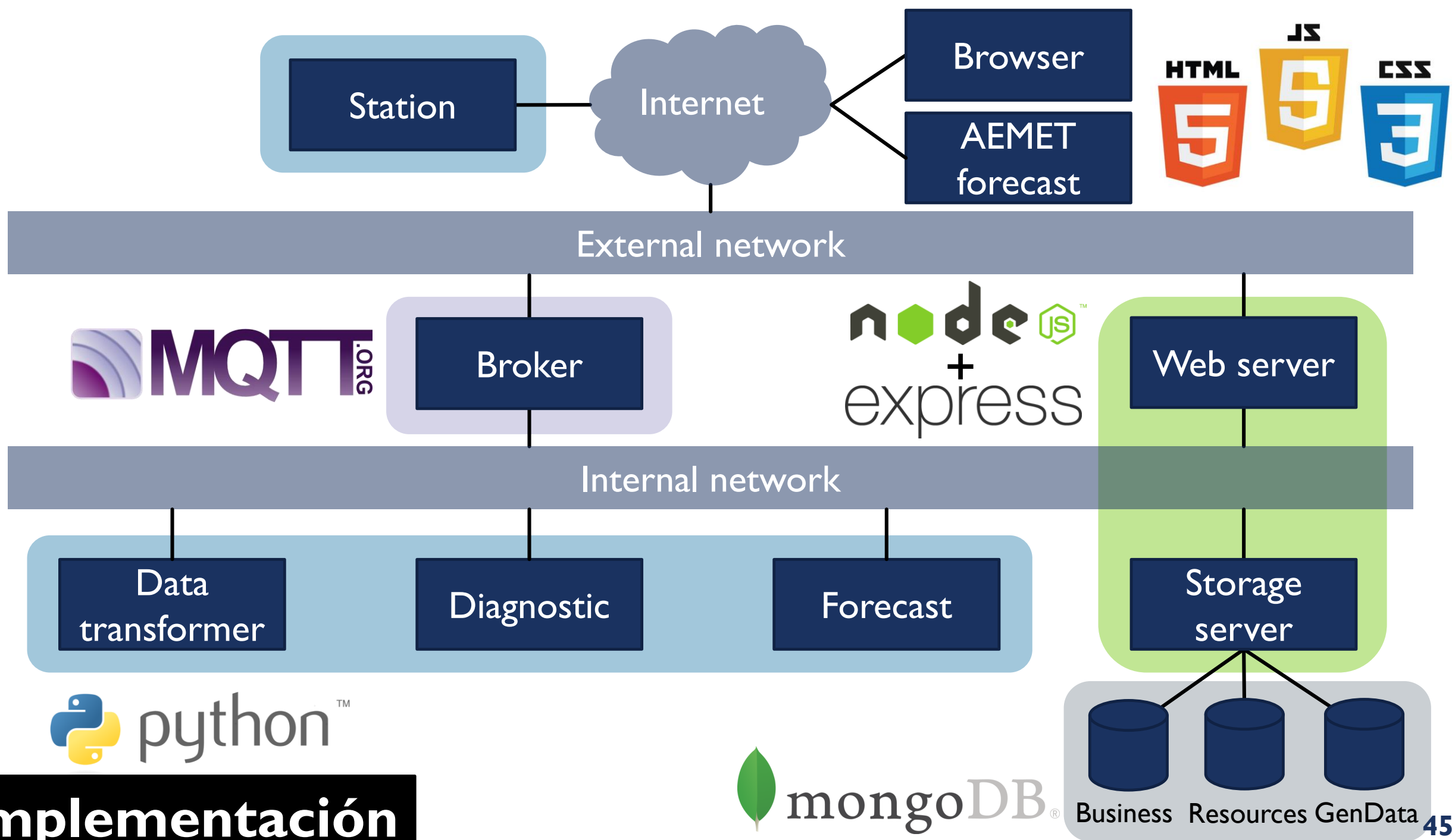






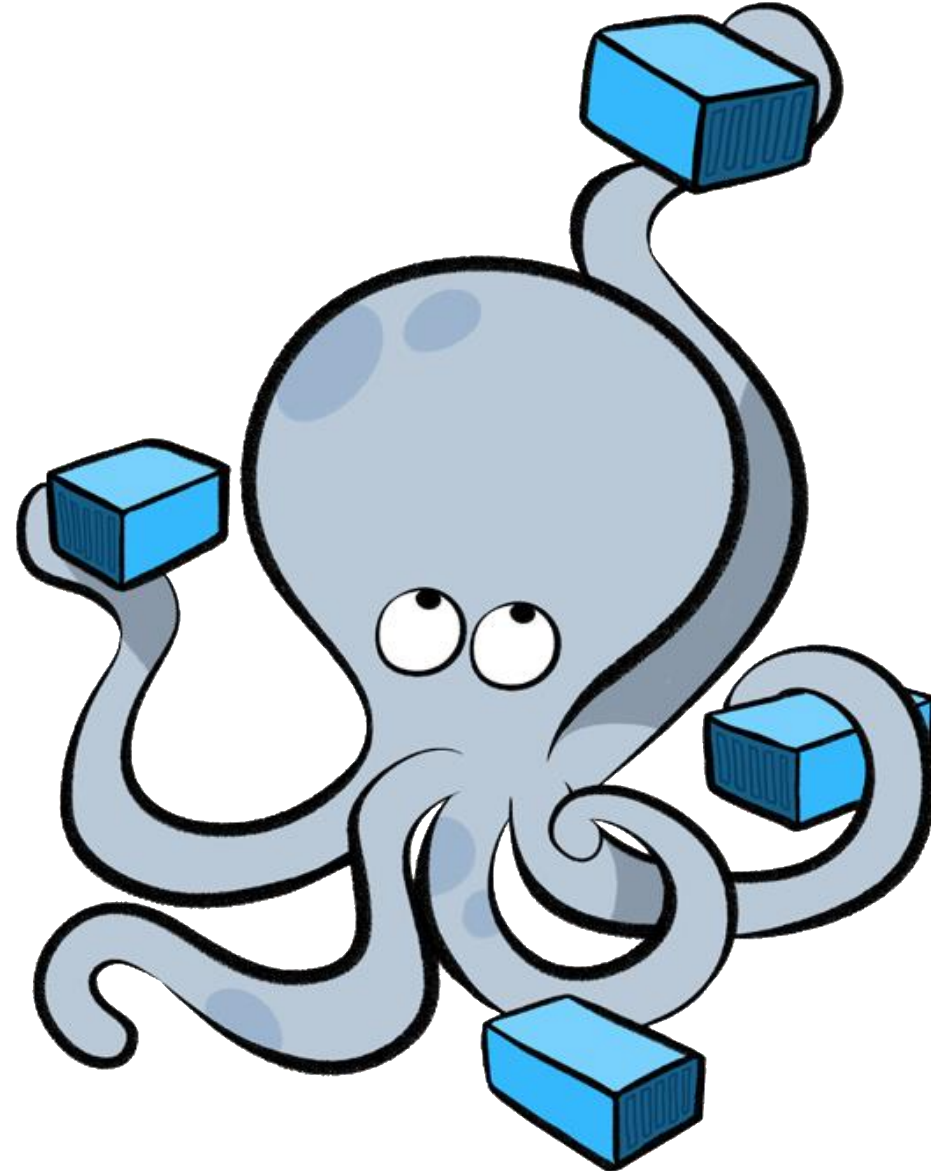
Esquema de la infraestructura

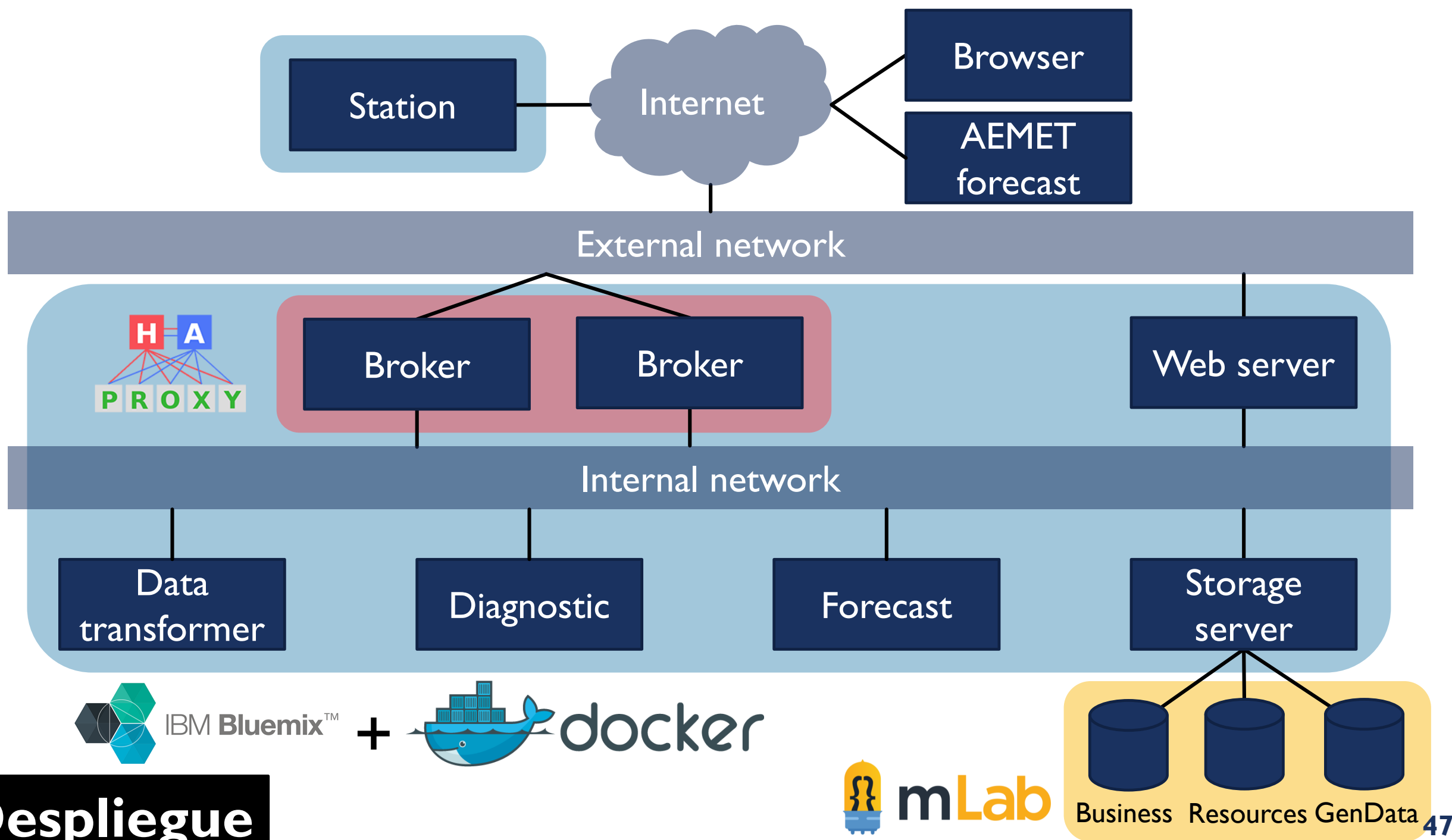
Tecnologías utilizadas



Índice

1. ¿Quiénes somos?
2. Nuestra historia
3. ¿Qué ofrecemos
4. Infraestructura
5. **Módulos del sistema**
6. Trabajo futuro



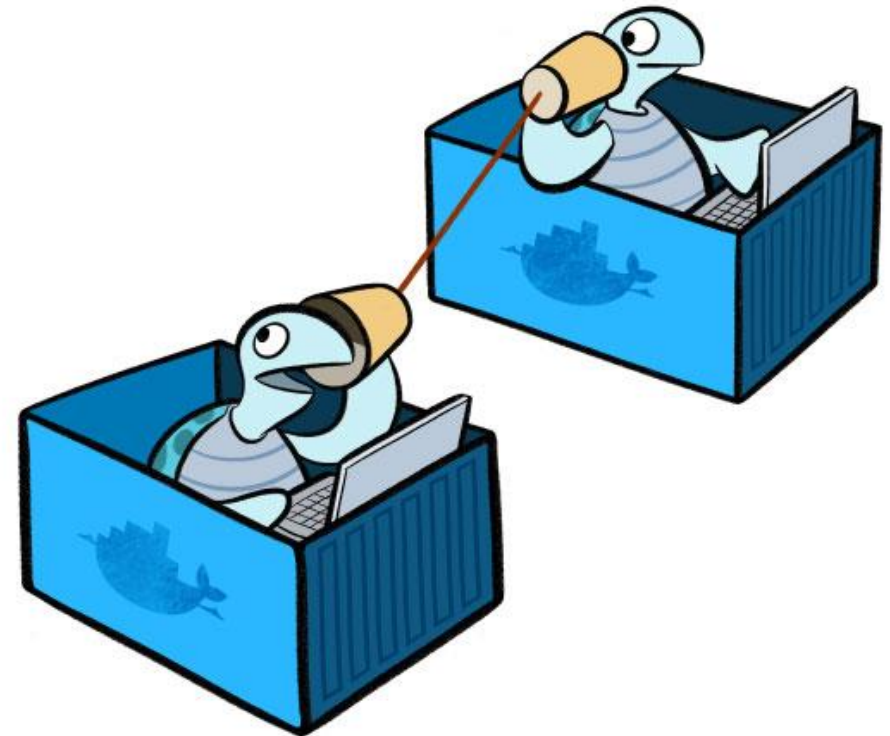


5. Módulos del sistema

Docker Compose



- Herramienta para desplegar aplicaciones con múltiples contenedores
- Posibilidad de despliegue en un motor Docker remoto
- Tres pasos:
 1. Definir cada servicio en un Dockerfile
 2. Definir servicios y sus relaciones en docker-compose.yml
 3. \$ docker-compose up



5. Módulos del sistema

Docker Compose



- docker-compose.yml
- Se definen servicios, dependencias, puertos

```
mqtt:
  image: registry.eu-gb.bluemix.net/airq_containers/eclipse-mqtt
  # container_name: mqtt
  mem_limit: 128
  expose:
    - "1883"
  log_driver: "none"
storage-server:
  image: registry.eu-gb.bluemix.net/airq_containers/storage-server:latest
  container_name: storage-server
  mem_limit: 128
  ports:
    - "3000:3000"
station:
  image: registry.eu-gb.bluemix.net/airq_containers/station:latest
  container_name: station
  mem_limit: 64
  links:
    # - mqtt
    - haproxy
    - data-transformer
    - diagnostic
```

5. Módulos del sistema

Docker Compose



- Se pueden escalar servicios
- Despliegue de toda la aplicación con una única orden

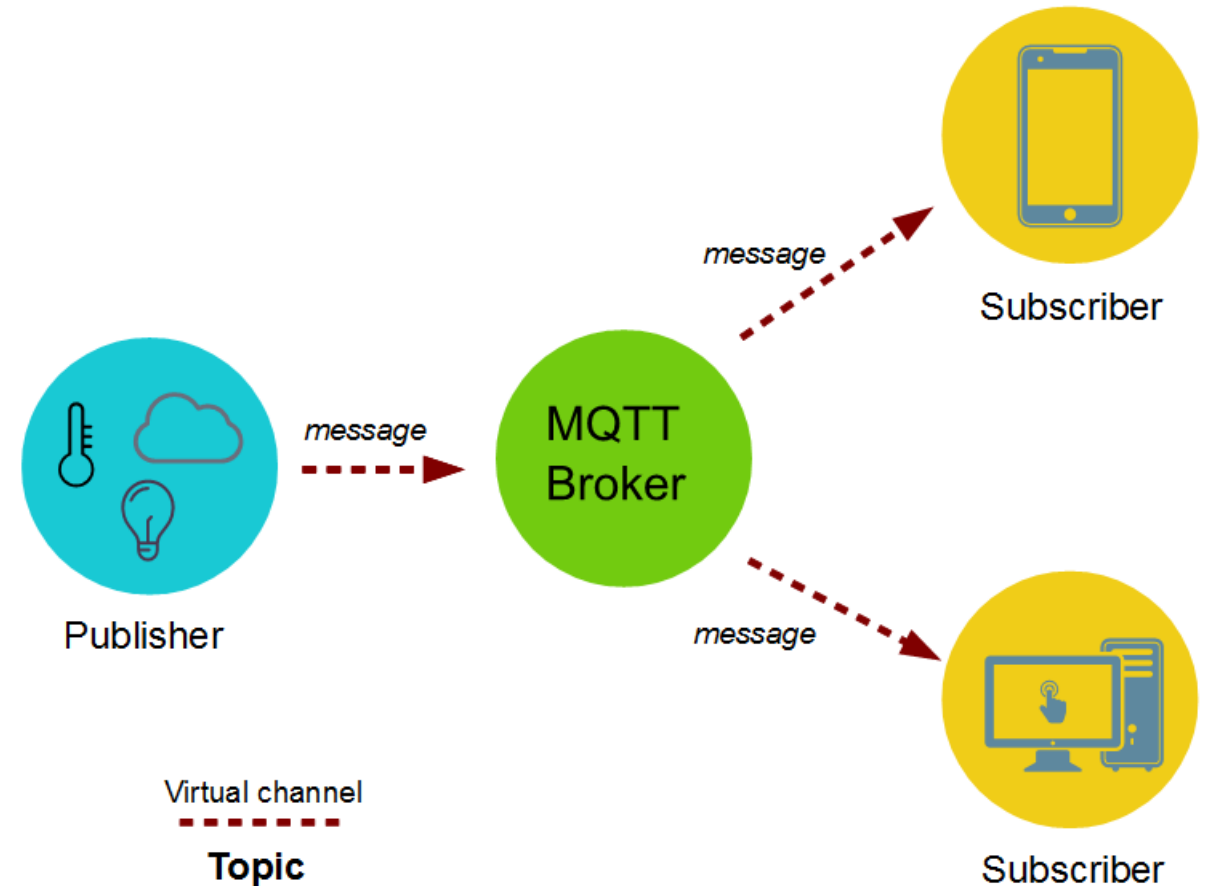
```
(master) % docker-compose -f local_docker-compose.yml scale mqtt=2
Creating and starting airqapp_mqtt_2 ... done
(master) % docker-compose -f local_docker-compose.yml up --build
Building haproxy
Step 1/5 : FROM haproxy
----> c481d2544260
Step 2/5 : ADD haproxy.cfg /usr/local/etc/haproxy/haproxy.cfg
----> Using cache
----> 1ce2fe9a3c2f
Step 3/5 : WORKDIR /etc/haproxy
----> Using cache
----> c1141d4d52c1
Step 4/5 : EXPOSE 80
----> Using cache
----> 19523cb8c86c
Step 5/5 : EXPOSE 1883
----> Using cache
----> 9f69d258ac47
Successfully built 9f69d258ac47
Building storage-server
```

5. Módulos del sistema

MQTT



- Inicialmente desarrollado en IBM
- Protocolo M2M
- Publish/subscribe
- Muy eficiente. Imagen basada en la implementación Eclipse Mosquitto
 - En pruebas se alcanzan 100 000 clientes conectados de forma estable
 - 3MB de RAM con 1000 clientes



5. Módulos del sistema

HAProxy



MQTT

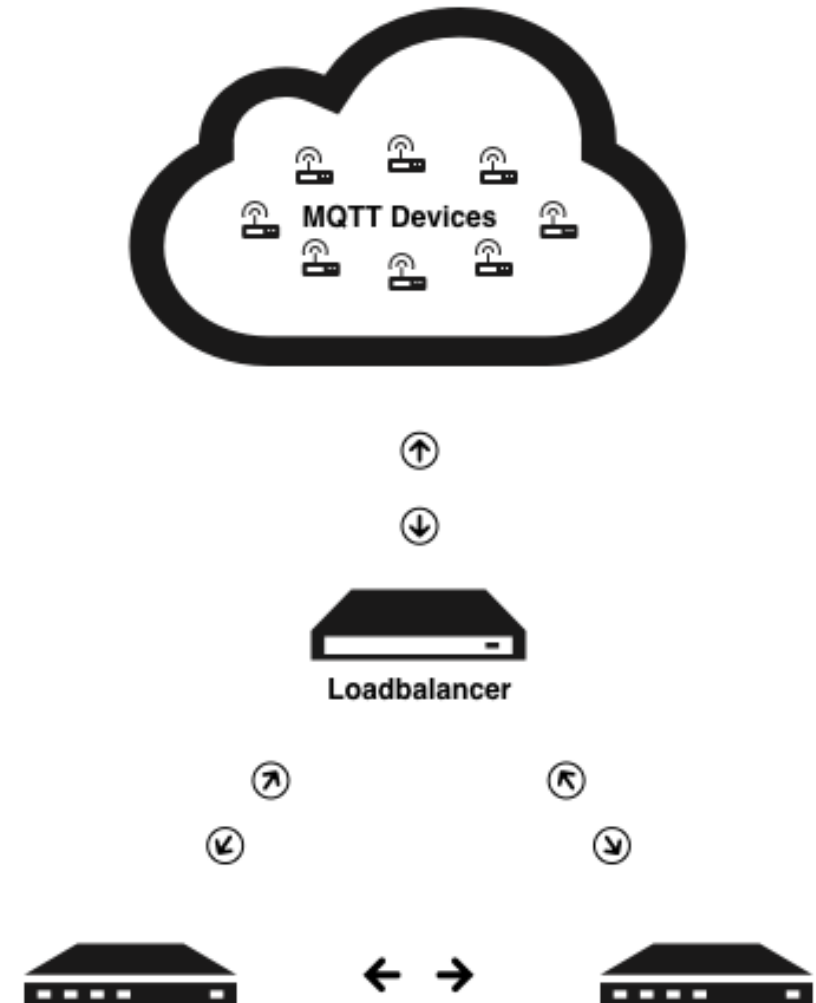
- Nodo clave en el sistema

HAProxy

- Compatible con aplicaciones TCP

2x MQTT

- Alta disponibilidad



5. Módulos del sistema

Station



- Imita el comportamiento de un sensor
- Fuente de datos:
 - AEMET
 - API de AQI
- Comunicación MQTT con el sistema:
 - Publish en topic “sensor_data” a la IP del Broker
- Implementación en Python, en un contenedor Docker (disponibilidad)
- En la realidad se podría implementar en una Raspberry Pi externa al sistema



5. Módulos del sistema

Station



- Introduce en el sistema la siguiente información de cada estación:
 - Día de la semana
 - Datos de AEMET
 - Información de la estación
 - Datos de AQI
 - Contaminante dominante
 - Tiempo y fecha de la medida
- Envío mediante un mensaje JSON

```
{ "dayName": "Friday",  
  "aemet": {  
    "rainfall": "0",  
    "windSpeed": "9",  
    "temperature": "21",  
    "windChill": "21",  
    "humidity": "27",  
    "windDirection": "0"  
  },  
  "station": {  
    "name": "Castellana",  
    "zone": "Madrid"  
  },  
  "iaqi": {  
    "t": 21.15,  
    "h": 28,  
    "pm10": 15,  
    "pm25": 42,  
    "no2": 10.6,  
    "p": 1019,  
    "co": 0.1,  
    "o3": 31.3  
  },  
  "dominantpol": "pm25",  
  "datetime": "2017-05-19 15:00:00" }
```

5. Módulos del sistema

Data Transformer



- Valida datos recibidos de las estaciones
 - Los datos son uno de los activos más importantes en la organización
- Transforma medidas reales en AQI
- Almacena datos a través de Storage Server



5. Módulos del sistema

Diagnostic



- Analiza la cantidad de mediciones generadas por Data Transformer
- Cuando todas las mediciones para una zona están disponibles a una hora dada, realiza un diagnóstico
- Por otra parte
 - Recibe pronósticos y los evalúa
- Almacena los diagnósticos y pronósticos generados a través de Storage Server



5. Módulos del sistema

Forecast



- Realiza la previsión de los valores de contaminación para 24 horas
- El proceso se realiza cada hora
- Utiliza medidas recogidas en la base de datos y otorga el AQI de cada contaminante previsto
- Su desarrollo es en Python



5. Módulos del sistema

Forecast



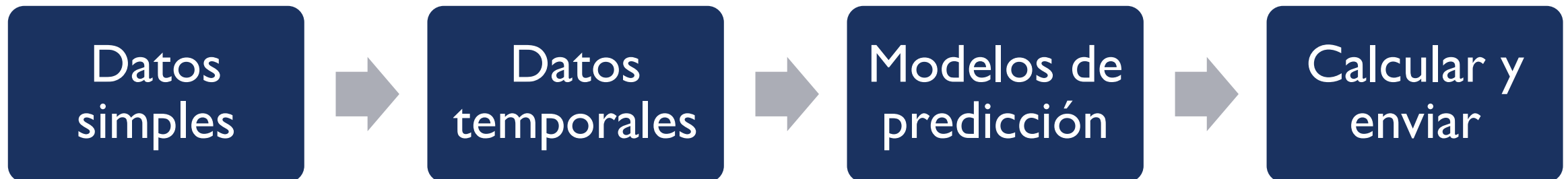
- Las variables que llegan desde las medidas son:
 - Datos meteorológicos:
 - Temperatura, humedad, presión, lluvia, sensación térmica...
 - Datos de contaminación
 - Contaminante predominante, AQI de cada contaminante
 - Otros datos:
 - Fecha y hora, día de la semana, estación

5. Módulos del sistema

Forecast



- El proceso de previsión consta de las siguientes fases:
 - Adquisición de datos y construcción de un conjunto de datos sencillo
 - Elaboración de un conjunto de datos temporal
 - Construcción y entrenamiento de modelos
 - Predecir cada contaminante, empaquetar y enviar el resultado



5. Módulos del sistema



Forecast: Adquisición de datos

1. Se toman todas las entradas de la base de datos de medidas
2. Se filtran las entradas por la hora actual
3. Se seleccionan datos para mismas estaciones
4. Se limpian (eliminación de variables inútiles, renombrados, reordenación)

A1	C1
A2	C2
A3	C3
...	...
An	Cn

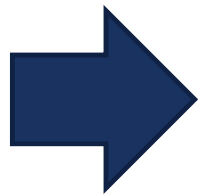
5. Módulos del sistema

Forecast: Datos temporales



1. Se establece un valor de ventana temporal
2. Se replican variables en cada instancia según el valor de la ventana

A1	C1
A2	C2
A3	C3
...	...
An	Cn



A1	C1	A2	C2	...	Av	Cv
A2	C2	A3	C3	...	A(v+1)	C(v+1)
A3	C3	A4	C4	...	A(v+2)	C(v+2)
...
A(n-v)	C(n-v)	A(n-v+1)	C(n-v+1)	...	An	Cn

5. Módulos del sistema



Forecast: Modelos de predicción

- Necesitamos predecir seis contaminantes a partir de un conjunto de datos
- Creamos seis modelos (uno por contaminante)
 - Tipo de modelo: regresión lineal múltiple
 - Entrenan con todas las variables menos la última, que es descompuesta en validación

A1	C1	A2	C2	...	A _v
A2	C2	A3	C3	...	A _(v+1)
A3	C3	A4	C4	...	A _(v+2)
...
A _(n-v)	C _(n-v)	A _(n-v+1)	C _(n-v+1)	...	A _n

Entrenamiento

c _{i v}
c _{i (v+1)}
c _{i (v+2)}
...
c _{i n}

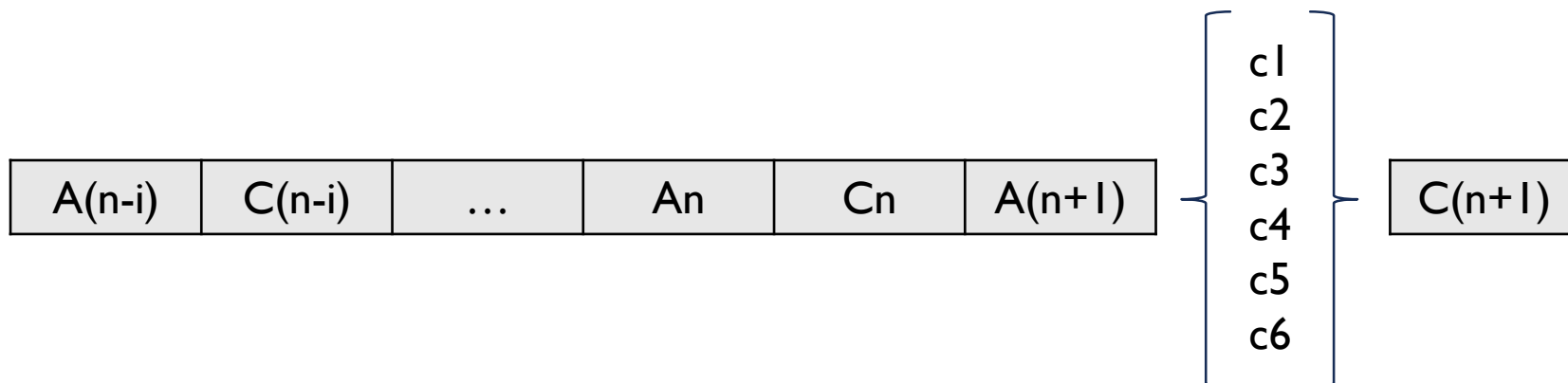
Validación

5. Módulos del sistema



Forecast: Obtención de resultados

1. Obtenemos la predicción del tiempo para 24 horas después
2. Creamos una ventana cuya última variable sea la predicción meteorológica
3. Hacemos inferencia con cada modelo para obtener cada AQI de cada contaminante
4. Juntamos los resultados y enviamos la predicción total



5. Módulos del sistema

Storage Server



Funciones

- Almacenamiento y gestión de los datos
- Encapsulación del acceso a los datos
- Operaciones CRUD (Create, Read, Update, Delete)

Node.js + Express.js

- Arquitectura MVC
- REST API con JSON
- *Jasmine* (BDD): Framework para pruebas



5. Módulos del sistema

Storage Server



- Sistema de bases de datos NoSQL
- Orientado a documentos (BSON)
- Consultas utilizando JSON
- No exige la creación de esquemas
- Gran escalabilidad horizontal
- Consultas utilizando MapReduce
- Librería *Mongoose* para *Node.js*



- *Database-as-a-Service*
- Proveedores: AWS, Azure o Google
 - Bases de datos de 0,5GB gratis
- Alta disponibilidad
- Herramientas de Backups
- Monitorización
- Gestión web de los datos y consultas

5. Módulos del sistema

Storage Server



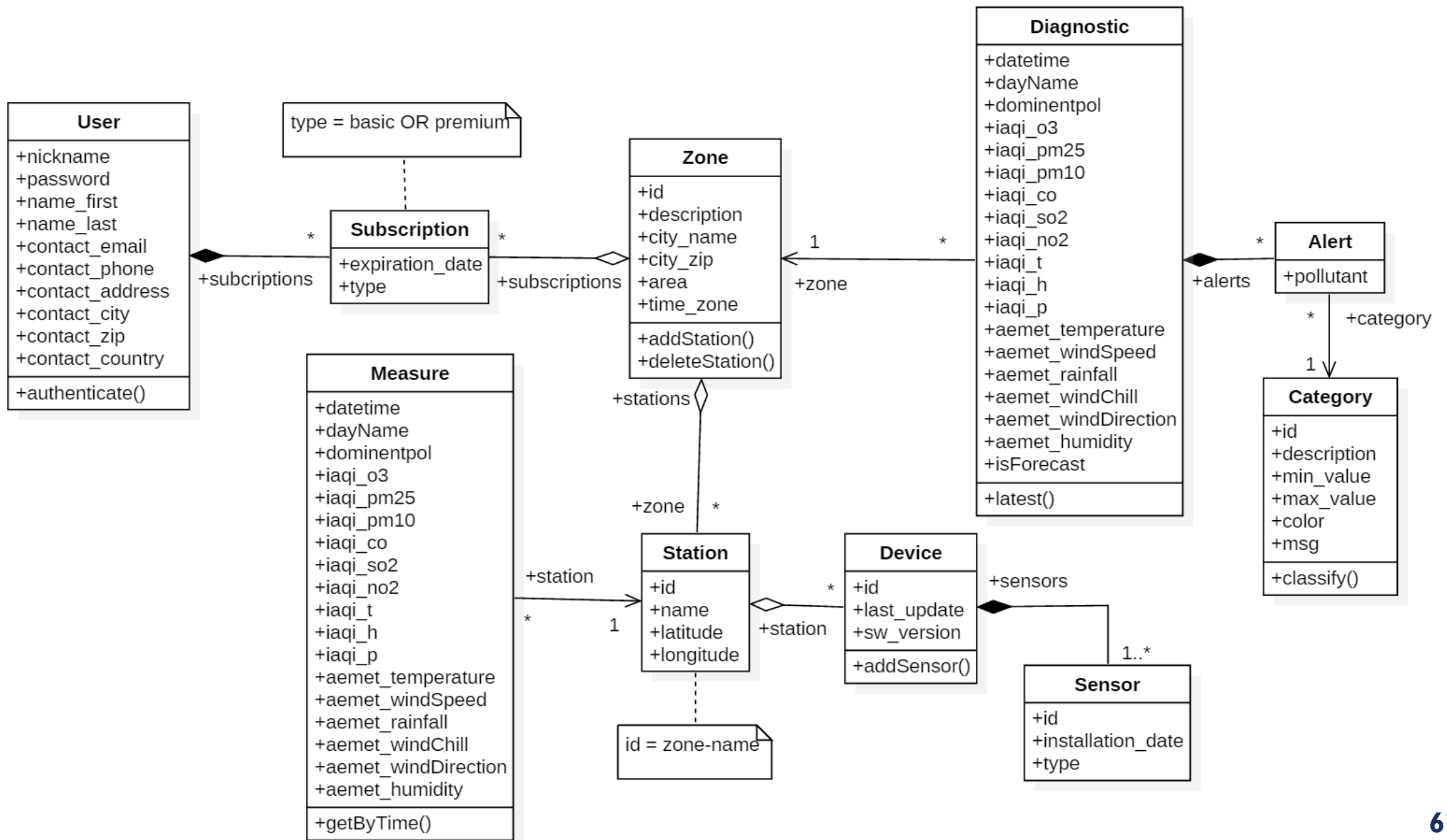
Diseño de la base de datos

- 9 colecciones
- Existen esquemas para validar los documentos

Bases de datos

- *db_bussiness*: Clientes y suscripciones
- *db_resources*: Datos estáticos
- *db_gendata*: Mediciones, diagnósticos y pronósticos










5. Módulos del sistema


Web Server









 Dashboard

 Mis zonas

 Otras zonas

 Contacto

Madrid centro

Resumen de la zona

Dashboard / Mis zonas / Madrid centro

Estado actual


40

Sin riesgo

Datos actualizados el Viernes a las 13:00

La calidad del aire se considera correcta y la contaminación del aire plantea poco o ningún riesgo

Mapa de la zona



Contaminantes

68

5. Módulos del sistema

Web Server

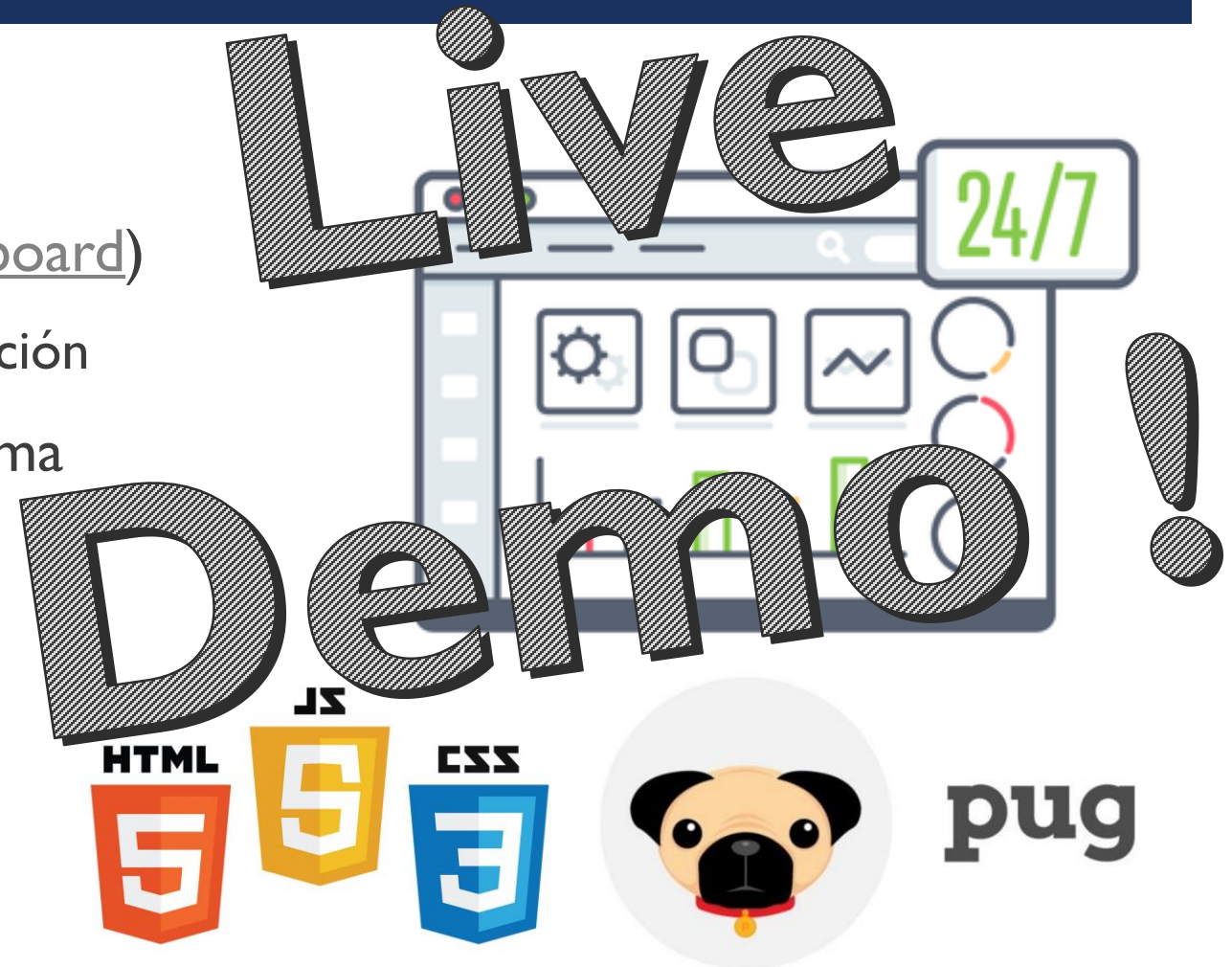


Funciones

- Panel de control para el usuario (Dashboard)
 - Interacción y visualización de la información
- Abstracción de la complejidad del sistema

Tecnologías

- Node.js + Express.js
- CSS+JS+HTML (plantilla)
- Pug (antes conocido como Jade)



Índice

1. ¿Quiénes somos?
2. Nuestra historia
3. ¿Qué ofrecemos
4. Infraestructura
5. Módulos del sistema
6. **Trabajo futuro**



6. Trabajo futuro



Conclusiones y trabajo futuro

- Viabilidad de la empresa.
 - Inicialmente baja, ha mejorado considerablemente.
 - Filosofía de empresa ágil e innovadora.
 - Nos faltan 3 puntos claves: financiación, clientes y tiempo.
- Visión académica.
 - Trabajo útil para mejorar conocimientos y aspectos personales.
 - Buena experiencia el ponernos en la piel de un emprendedor.
- Trabajo futuro.



Where Air Meets Quality

Muchas gracias por su atención
¿Alguna pregunta?

 airq@protonmail.com

 <https://github.com/airqinc/>