Arquitectura Soluciones en Azure - BP

0. Resumen Ejecutivo

BP Online Banking permite a los clientes **consultar movimientos** y **realizar pagos y transferencias** (propias e interbancarias) con **notificaciones obligatorias**.
La solución es **cloud-native en Azure**, desacoplada por **microservicios** en **Azure Container Apps (ACA)**, con **Azure API Management (APIM)** como puerta de enlace y **Azure Front Door + WAF** en el borde.
Las **lecturas rápidas** se sirven desde **Cosmos DB** (patrón **CQRS**), mientras que la capa **transaccional y de auditoría** reside en **Azure SQL** con **Ledger**.
La autenticación se implementa con **OAuth2/OIDC (Authorization Code + PKCE)** sobre **Microsoft Entra ID / B2C**, incorporando **onboarding biométrico** (liveness).
La **mensajería** con **Azure Service Bus** desacopla procesos críticos, alimenta **notificaciones** (Microsoft Graph + Azure Communication Services/Twilio) y **auditoría**.
Se prioriza **seguridad** (WAF, políticas APIM, Private Endpoints, Key Vault), **alta disponibilidad y DR multirregión**, **observabilidad** (Application Insights, Azure Monitor) y **control de costos** (serverless, autoscale, budgets), cumpliendo normativa de **protección de datos** y estándares de **seguridad financiera**.

1. Requerimientos del ejercicio (Solución propuesta)

- **Movimientos y transferencias**: Microservicios **Movements Query** (read model en Cosmos) y **Transfers** (transaccional en SQL + orquestación tipo *Saga*).
- **Datos cliente desde 2 fuentes**: **Customer Basic Data** compone **Core** y **Detalle**; **cache-aside** con **Redis** para perfiles y beneficiarios frecuentes.
- **Notificaciones** (≥2 canales): **Notifications** integra **Microsoft Graph** (correo) y **ACS/Twilio** (SMS/Push).
- **2 front-ends**: SPA web (**Angular**) y móvil (**Flutter** o **.NET MAUI**).
  Justificación: ambos comparten base de UI y acceden a capacidades nativas; Flutter destaca por rendimiento/consistencia visual; MAUI integra muy bien con .NET si el equipo es .NET-first.
- **Autenticación OAuth2/OIDC**: **Authorization Code + PKCE** para SPA/móvil; **Client Credentials** entre servicios. **MFA** y **Conditional Access**.
- **Onboarding biométrico**: verificación facial con *liveness* (p.ej., **FacePhi**), evidencias en **Blob** y alta automática en **Entra ID B2C**.
- **Auditoría**: **SQL Database (Ledger)** + eventos *append-only* y exportación a **Log Analytics/Sentinel**.
- **Capa de integración**: **APIM** (validación JWT, cuotas, transformaciones, *subscription keys*, mTLS opcional) detrás de **Front Door + WAF**.
- **NFRs**: HA activo-activo, DR, seguridad, monitoreo y *auto-healing*.

2. C1 - Diagrama de Contexto

El C1 muestra a los usuarios Web (SPA) y móvil, el BP Online Banking y los sistemas externos: Core bancario, sistema de detalles, red interbancaria, proveedores de notificación y FacePhi. Las flechas explican qué información fluye: consultas/transferencias desde el front al backend, y llamadas del backend a sistemas externos. El IdP (Entra ID/B2C) autentica; el backend valida el JWT en cada solicitud.

Actores

- Usuario web (SPA)
- Usuario móvil (App)
- Soporte / BP Ops

Sistemas externos

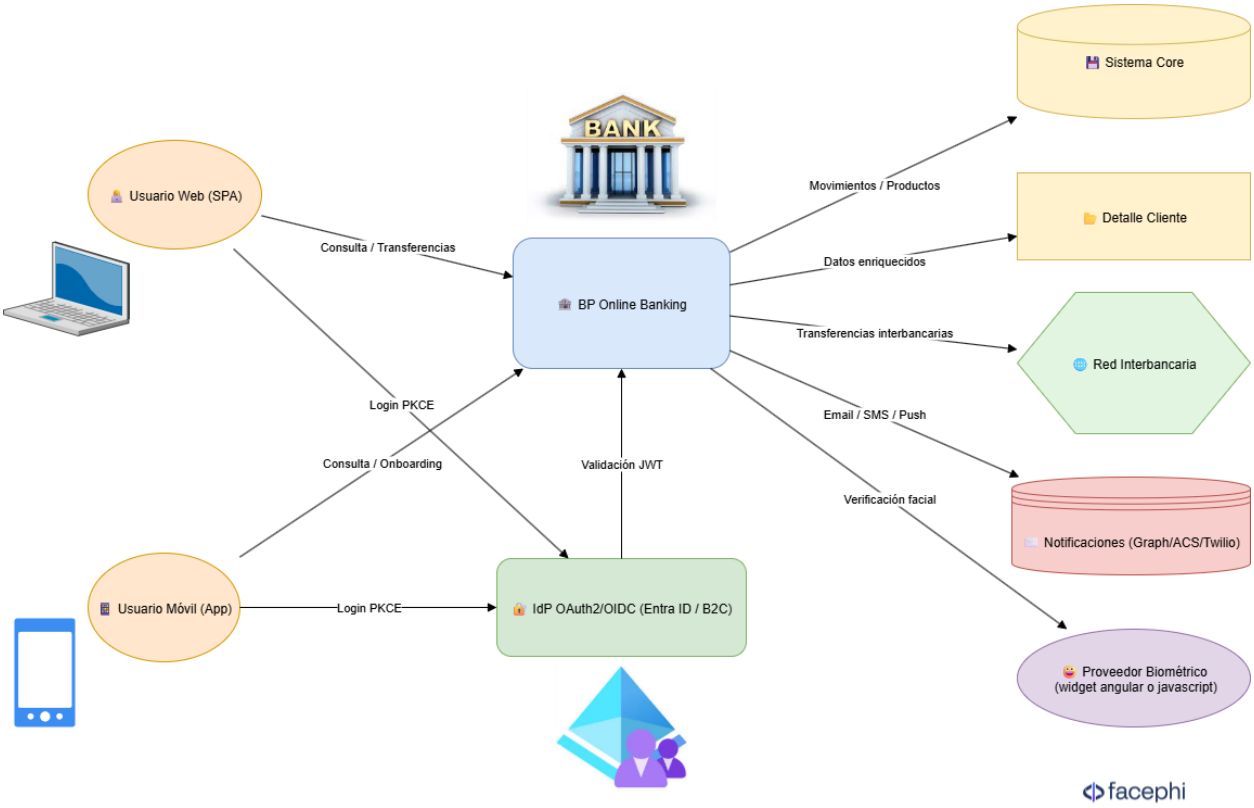
- Core Bancario (productos, saldos, movimientos)
- Sistema de Detalle de Cliente (información enriquecida)
- Red Interbancaria / Switch (transferencias ISO 8583/REST)
- Proveedores de notificaciones (Microsoft Graph, Azure Communication Services, ACS Twilio/SendGrid)
- Proveedor biométrico (Azure AI Vision, Onfido, Jumio, Facephi widget (angular o javascript))
- Identity Provider OAuth2/OIDC (Microsoft Entra ID / Entra ID B2C)

Sistema BP Online Banking

- SPA (Angular)
- Mobile App (Flutter)
- API Gateway (Azure API Management – APIM)
- Microservicios en .NET: Customer Basic Data, Movements Query, Transfers, Notifications, Onboarding Orchestrator, Audit & Compliance, BFF Web/Mobile (opcional) y persistencias (Cosmos, SQL, Blob).
- Bases de datos: Cosmos DB, Azure SQL, Blob Storage
- Mensajería: Azure Service Bus

Flujo

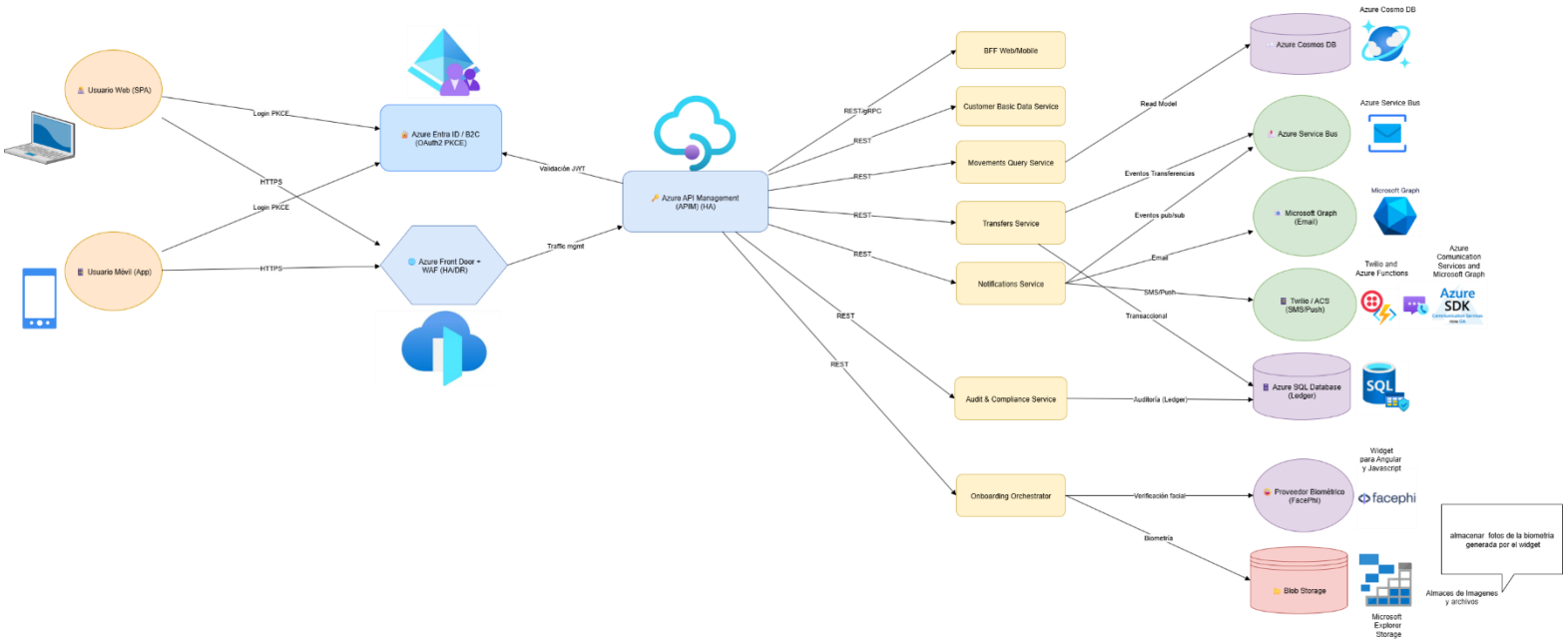
los front-ends se autentican en **B2C**, llaman a **APIM** y este enruta a los servicios; el backend valida **JWT** y se integra con Core, Detalle, Switch, Notificaciones y Biométrico.



3. C2 - Diagrama de Contenedores

El C2 introduce los contenedores: BFF Web/Mobile y microservicios (Customer Data, Movements, Transfers, Notifications, Audit, Onboarding). El tráfico entra por Azure Front Door + WAF, pasa por API Management y llega a los servicios. Persistencias: Cosmos DB (lecturas), Azure SQL (Ledger) y Blob (biometría). Mensajería con Azure Service Bus. Notificación con Graph y ACS/Twilio.

- **Edge**: **Azure Front Door + WAF** (protección OWASP + routing global).
- **API Gateway**: **APIM** (políticas, *subscription keys*, productos, analytics, mTLS).
- **Compute**: **Azure Container Apps** (BFF Web/Mobile y microservicios: Customer, Movements, Transfers, Notifications, Onboarding, Audit).
- **Datos**: **Azure SQL (Ledger)**, **Cosmos DB (Core API)**, **Blob Storage** (evidencias), **Redis** (cache opcional).
- **Mensajería**: **Service Bus** (Topics/Queues).
- **Seguridad y Observabilidad**: **Key Vault, Private Endpoints, Defender for Cloud, Application Insights, Azure Monitor/Sentinel**.
- Se puede usar azure app services para la aplicación web con angular y realizar su despliegue con pipelines. Los app services para alojar aplicaciones web son muy económicos mucho más que el azure container app.



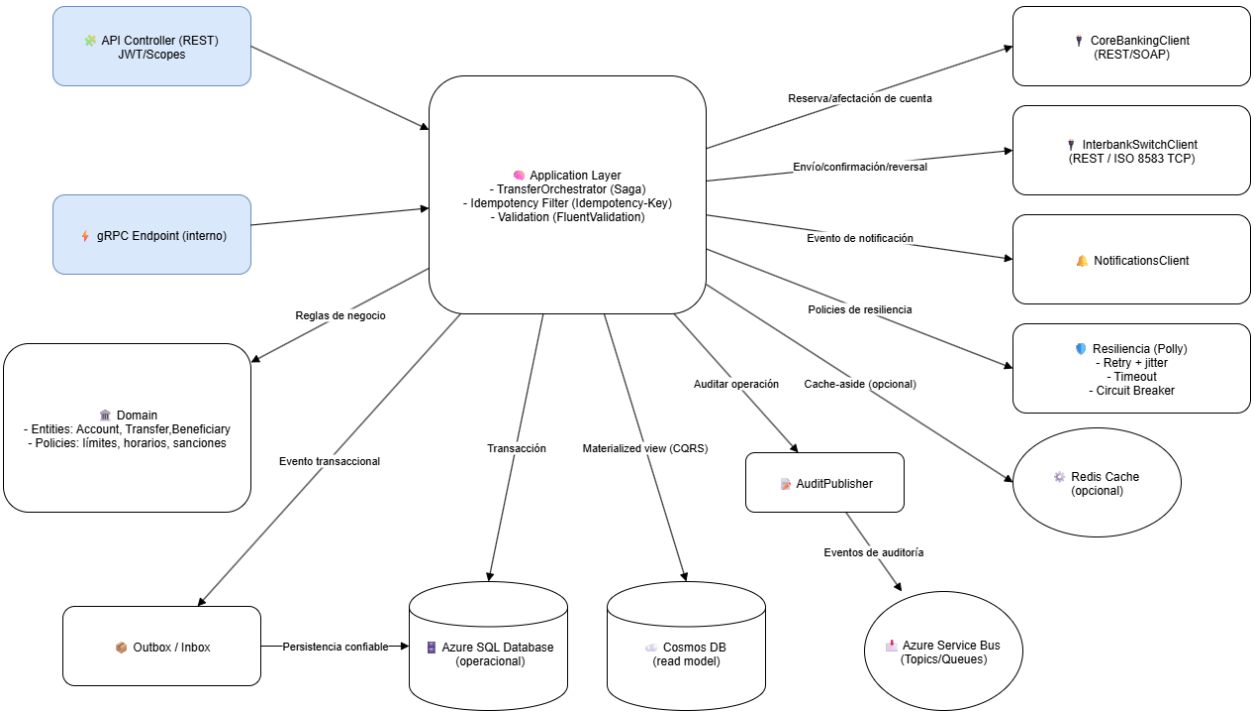
3.1. ¿Dónde se ejecutan los servicios? (Compute)

Componente	**Servicio Azure elegido**	**Por qué (≥2 razones)**	**Alternativas evaluadas**
BFF y microservicios	Azure Container Apps (ACA)	Serverless sin administrar clúster; **autoscale** por HTTP/colas; **blue/green** por *revisions*; **Dapr** y **Managed Identity**.	App Service (simple) / **AKS** (máximo control).
Jobs/Outbox/Projector	**ACA Jobs** o **Azure Functions**	Escala a cero; pago por uso; *bindings* nativos a Service Bus; aislar idempotencia.	WebJobs / contenedor interno.
API Gateway	Azure API Management (Std/Premium)	Políticas (**JWT/claims**, **rate-limit/quota/burst**, **transformaciones**), **productos** y **subscription keys**, **analytics**, **mTLS**. **Ejemplo**: 100 req/min por suscripción y 20 req/s por IP; rechazar sin Ocp-Apim-Subscription-Key; validar aud/iss.	Kong/NGINX. *(DDoS L3/4: Azure DDoS + WAF)*

Borde/Global	Azure Front Door + WAF	Anycast global y protección OWASP; routing sencillo.	Traffic Manager + App Gateway.
Identidad	Entra ID / B2C	OIDC/OAuth2 con PKCE; MFA/CA; políticas personalizadas.	Keycloak / Auth0.
Datos operacionales	Azure SQL (+ Ledger)	ACID y T-SQL; evidencia inmutable para auditoría legal.	SQL MI; PostgreSQL.
Read model	Cosmos DB (Core API)	Baja latencia y RU/s elásticas; TTL y particiones.	ElasticSearch / OpenSearch.
Mensajería	Service Bus (Topics/Queues)	Orden relativo y DLQ; sesiones; resiliencia.	Event Grid; Kafka.
Cache	Azure Cache for Redis	Cache-aside; TTLs; locks para idempotencia.	Sin cache (mayor latencia).
Evidencias	Azure Blob Storage (Hot) C	Costo/GB bajo; versionado y retención legal.	Archivo/relacional (no recomendado).

4. C3 - Diagrama de Componentes (Transfers) y patrones

Capa de Aplicación: *Transfer Orchestrator* (patrón **Saga**), **Idempotency-Key** y validaciones.
Dominio: Entidades Transfer, Account, Beneficiary y **políticas** (límites, horarios, sanciones). Emite **Domain Events**.
Infraestructura: Persistencia en **SQL** (transaccional), **proyecciones** a **Cosmos** (CQRS), **Outbox** confiable hacia **Service Bus** y **AuditPublisher** a **SQL Ledger**. **Redis** acelera lecturas muy frecuentes.
Integraciones: CoreBankingClient (REST/SOAP), InterbankSwitchClient (REST/ISO-8583 TCP), NotificationsClient (Graph/ACS/Twilio).
Resiliencia: **Polly** (retry+jitter, timeout, circuit-breaker), DLQ en Service Bus.



5. Front-ends, autenticación y onboarding

Front-ends

SPA **Angular**; App móvil **Flutter** (alternativa: **.NET MAUI** si el equipo es .NET-first).

Se recomienda Flutter y .NET MAUI como frameworks multiplataforma. Se puede usar azure app services para la aplicación web con angular y realizar su despliegue con pipelines. Los app services para alojar aplicaciones web son muy económicos mucho mas que el azure container app.

Autenticación

- **Authorization Code + PKCE** (SPA/móvil); **Client Credentials** entre servicios.
- **MFA** y **Conditional Access** (riesgo, IP, dispositivo). MFA/CA endurece el acceso.

Onboarding con biometría

1. Captura rostro + liveness
2. Validación con proveedor biométrico
3. Alta en Entra ID B2C
4. Registro en SQL Ledger y Blob

FacePhi (SDK/widget), liveness, evidencias en Blob con retención;

Ingreso posterior con usuario+clave y biometría local (Face/Touch ID).

Consulta de movimientos

BFF → Movements Query → Cosmos DB (read model)

Transferencias

SPA/App → APIM → Transfers Service → Core → Switch → Notificaciones

Notificaciones

- Email: Graph
- SMS: ACS/Twilio
- Push: Notification Hubs

Auditoría

Eventos en Service Bus → SQL Ledger + Event Hub/Sentinel

6. CI/CD, secretos y configuración

Pipeline (Azure DevOps o GitHub Actions)

1. *Build* → tests → **SAST** → imagen Docker → **Azure Container Registry (ACR)**.
2. **Scan** de imagen (Defender for Cloud).
3. **Infra as Code** (Bicep/Terraform): ACA, APIM, Front Door, DBs, Bus, **Key Vault**, **App Configuration**, **Private Endpoints**.
4. *Deploy* **blue/green** con *revisions* de ACA y aprobaciones (*gates*).
   Secretos en **Key Vault** con **Managed Identity**; **Key Vault references** en los servicios.
   Variables no secretas en **Azure App Configuration** (feature flags).
   Ambientes: dev, test (QA), preprod, prod; **resource groups por dominio** y **tags** (coste/propietario/criticidad. RG por dominio y tags para coste/propietario/criticidad.

7. Patrones y Justificaciones

- ***Microservicios + APIM****: escalado independiente y gobernanza centralizada (políticas/analytics).*
- ***CQRS + Read Models****: menor latencia en consultas; separar lectura/escritura para aislar picos.*
- ***Service Bus****: desacoplamiento,* retries*, **DLQ**, orden relativo por sesión.*
- ***Outbox/Inbox + Idempotency****: consistencia y reentrega segura ante fallos.*
- ***OAuth2/OIDC + PKCE****: clientes públicos seguros (evita* implicit flow *y* code interception*).*
- ***Container Apps****: serverless, autoscale "por demanda", **revisions** para* blue/green *con mínimo* ops.

7. Normativa y Seguridad

- ***Datos personales**: **GDPR/LOPDP**; catalogación PII; **mascaramiento** y **retención**; **Right to Access/Erasure**.*
- ***Cifrado**: TLS 1.2+; en reposo AES-256; claves y certificados en **Key Vault**.*
- ***Perímetro**: **Front Door + WAF** (OWASP), cabeceras seguras (HSTS, CSP).*
- ***Red privada**: **Private Endpoints** a SQL/Cosmos/Blob/Bus; APIM Premium con VNet si es necesario.*
- ***Identidad**: **MFA/CA**,* least privilege*, **Managed Identity**.*
- ***Estándares**: **ISO 27001**, **NIST**, **OWASP ASVS**, **PCI DSS** (si hay tarjetas).*
- ***Monitoreo/Auditoría**: **Application Insights + Log Analytics**, trazas **OpenTelemetry**, **Sentinel** para correlación.*

8. Alta Disponibilidad, DR y Monitoreo

- ***HA:** despliegue en **2 regiones** emparejadas**; Front Door** activo-activo**; APIM/ACA/DBs** con zonas.*
- ***DR:** geo-replication **en SQL/Cosmos; backups automáticos;** RPO ≤ 5 min**,** RTO ≤ 30 min**.***
- ***Auto-healing:** **health probes**, autoscale**,** retry con jitter**,** circuit-breaker**, DLQ.***
- ***Monitoreo:** **dashboards** **por servicio,** SLOs **con alertas, cuadernos** Kusto **y** **workbooks.***

9. Costos: cómo estimarlos en la Azure Pricing Calculator

1. **Front Door + WAF**: tráfico de salida (GB/mes) y nº de reglas WAF.
2. **APIM**: **Standard** (sin VNet) o **Premium** (VNet + multi-región).
3. **Container Apps**: vCPU/memoria por app, **réplicas mín/máx** y horas activas.
    i. **Tip**: deja **réplica mínima = 0** donde sea viable para evitar costo "siempre encendido".
4. **ACR**: Basic/Standard según nº de imágenes.
5. **Azure SQL (General Purpose) + Ledger**: vCores y GB.
6. **Cosmos DB (Core API)**: **RU/s autoscale** (pico y base) y GB.
7. **Service Bus**: Standard vs **Premium** (aislamiento y latencia fija).
8. **Blob**: GB y transacciones (evidencias biométricas).
9. **Redis**: memoria y tier (C1–C3) si se usa.
10. **Application Insights + Log Analytics**: GB/mes y retención (30–90 días).
11. **Entra ID B2C**: **MAU** y uso de **MFA**.
12. **ACS/Twilio + Graph**: nº de SMS/Push/Email por mes (costos por país).

    Optimización: budgets y alertas; RU/s máximas en Cosmos; TTL en lecturas; **muestreo** en telemetría; compresión/caché en Front Door; **feature flags** para apagar funcionalidades costosas.

Calcular precios en azure de todos los componentes usados:

https://azure.microsoft.com/es-es/pricing/calculator/

Microsoft Azure Estimate						
Su presupuesto						
Service category	Service type	Custom name	Region	Description	Estimated monthly cost	Estimated upfront cost
Redes	Azure Front Door			Azure Front Door estándar - Instancia base incluida, 572.2 GB transferencia de datos de salida al cliente, 230 GB Transferencia de datos de entrada al origen, 1200 x 10 0000 solicitudes	$150,57	$0,00
Web	API Management		East US	API Management v2 Service, Standard Tier, 1 Base unit(s) x 730 Horas, 0 Scale out unit(s) x 730 Horas, 4.800.000 API requests per month, 0 Self-hosted Gateways x 730 Horas	$700,00	$0,00
Bases de datos	Azure Cosmos DB		East US	Azure Cosmos DB for NoSQL (anteriormente Core), Procesamiento aprovisionado de escalabilidad automática, Cantidad siempre gratis deshabilitada, Pago por uso, General Purpose, Single Write- Este de EE. UU. (región de escritura), 20.000 RU/s x 730 Horas x 100 % del uso medio x 1.5 factor de escalabilidad	$1.774,50	$0,00

				automática, 90 GB de almacenamiento transaccional, Almacenamiento analítico deshabilitado, 2 copias de almacenamiento de copias de seguridad periódicas, Puerta de enlace dedicada no habilitada		
Identidad	Microsoft Entra External ID		East US	0 Usuarios activos mensuales	$0,00	$0,00
Contenedores	Azure Container Apps		East US 2	Consumo Tipo de plan, 0 millones de solicitudes al mes, Pago por uso, 20 solicitudes simultáneas por aplicación de contenedor, 100 milisegundos de tiempo de ejecución por solicitud, 1 vCPU, memoria 1 GiB, Pago por uso	$0,00	$0,00
Bases de datos	Azure SQL Database		East US	Base de datos única, Núcleo virtual, Uso general, Aprovisionado, Serie Estándar (Gen 5), Réplica principal o geográfica Recuperación ante desastres, Localmente redundante, 2 - 2 vCore Base(s) de datos x 730 Horas, 200 GB de almacenamiento,	$836,17	$0,00

				Licencia de SQL (pago por uso), RA-GRS Redundancia de almacenamiento de copia de seguridad, 200 GB de restauración a un momento dado, 0 x 5 GB Retención a largo plazo		
Integración	Service Bus		East US	Nivel Basic: 1000 millones de operaciones de mensajería	$50,00	$0,00
Almacenamiento	Storage Accounts		East US	Almacenamiento de blobs en bloque, Uso general V2, Espacio de nombres plano, LRS Redundancia, Acceso frecuente Nivel de acceso, Capacidad: 1000 GB - Pago por uso, 10 x 10 000 operaciones de escritura, 10 x 10 000 operaciones de lista y operación de creación de contenedores, 10 x 10 000 operaciones de lectura, 1 x 10 000 otras operaciones. 1000 GB de recuperación de datos, 1000 GB de escritura de datos, SFTP deshabilitado	$21,84	$0,00
Seguridad	Key Vault		East US	Almacén: 200 operaciones, 0 operaciones avanzadas, 0 renovaciones, 70 claves protegidas, 25 claves protegidas avanzadas; grupos	$195,03	$0,00

				de HSM administrados: 0 grupo(s) de HSM B1 estándar x 730 Horas		
Web	Azure Communication Services		East US	Concesión de números telefónicos: 0 números telefónicos locales y 0 números gratuitos de Estados Unidos (+1); búsqueda de números de teléfono: 0 consultas de tipo de línea; llamadas y videollamadas a través de IP: 1 llamadas recurrentes (30 minutos × 0 llamadas al mes × 0 participantes por llamada); Enrutamiento directo SIP: 0 minutos de llamadas entrantes y 0 minutos de llamadas salientes; Grabación de llamadas: 0 Minutos de grabación de audio mixto, 0 minutos de grabación de audio y vídeo mixtos, 0 minutos de audio sin mezclar para 0 participantes; Streaming de audio: 0 minutos de streaming de audio mezclado, 0 minutos de streaming de audio sin mezclar, 0	$16,90	$0,00

				minutos de streaming de información de audio sin mezclar; Subtítulos: 0 minutos de subtítulos; Chat: 0 usuarios de chat x 0 mensajes enviados por usuario de chat; Mensajería de Whatsapp: 0 Mensajes entrantes, 0 mensajes salientes; Correo electrónico: 10000 correos electrónicos enviados al mes, 12 MB por correo; Enrutador de trabajos: 0 trabajos enrutados al mes		

Dev Ops	Azure Monitor		East US	Log Analytics: Log Data Ingestion: 50 GB Daily Auxiliary Logs without processing, 100 GB Daily Auxiliary Logs with processing, 0 GB Daily Basic logs, 0 GB Daily Analytics logs ingested, 1 months of Interactive Retention, 0 months of Retention, 0 GB data restored for 0 days, 0 queries per day with 0 GB data scanned per query, 0 GB of Log Data Exported per day, Platform Log Data Processed per day: 0 GB with Destination to Storage or Event Hub and 0 GB with Destination to Marketplace Partners, 0 Search job Queries per day with 0 GB data scanned per query; 0 Puntos de conexión de MI de SCOM; Prometheus administrado: uso del método de estimación de recopilación predeterminado (con un clúster de 0 nodos de Linux, 0 nodos de Windows, 0 contenedores y 0 pods), 0 Promedio diario de usuarios de paneles, 7 paneles, 50000	$525,00	$0,00

				ejemplos de datos consultados por panel, 25 reglas de alertas de promql, 25 reglas de grabación de promql; Application Insights: 0 GB de registros de análisis diarios ingeridos, 3 meses de retención de los datos, 0 pruebas web Estándar, 5 minutos frecuencia de ejecución, Ejecutar durante 730 horas; 0 recursos supervisados X 1 serie temporal métrica supervisada por recurso, 5 minutos Frecuencia de señal de registro con 0 señales de registro series temporales y 1 supervisadas por señal, 0 eventos adicionales (en miles), 0 correos electrónicos adicionales (en 100 000), 0 notificaciones push adicionales (en 100 000), 0 webhooks adicionales (en millones)		

Seguridad	Microsoft Sentinel		East US	Registros ingeridos: 1 GB por día del nivel de Análisis y 250 GB por día del nivel de Lago de datos; Retención: 3 meses de retención de Análisis, 0 meses de Retención total; Advanced Data Insights – 730 Horas ; Consultas de lago de datos: 0 consultas al mes, 0 GB de datos examinados por consulta de Consultas, 0 consultas al mes, 0 GB de datos examinados por consulta de Trabajos de búsqueda	$613,50	$0,00
Bases de datos	Azure Cache for Redis		East US	Nivel Basic; 1 instancia C0, 730 Horas	$16,06	$0,00
Redes	Azure DNS			Zona 1, DNS, Público; 20 zonas DNS hospedadas, 25 consultas de DNS	$20,00	$0,00
Redes	Azure DDoS Protection		East US	Protección de red, Protección para 300 recursos	$8.830,56	$0,00
Seguridad	Microsoft Defender for		East US	Administración de la posición de seguridad de Microsoft Defender for Cloud: 10 Recursos	$51,10	$0,00

	Cloud			facturables x 730 Horas		
Seguridad	Defender External Attack Surface Management		East US	25 direcciones IP x 30 días, 25 Dominios x 30 días, 25 Hosts x 30 días	$24,75	$0,00
Support			Support		$0,00	$0,00
			Licensing Program	Microsoft Customer Agreement (MCA)		
			Billing Account			
			Billing Profile			
			Total		$13.825,99	$0,00
Disclaimer						
All prices shown are in United States – Dollar ($) USD. This is a summary estimate, not a quote. For up to date pricing information please visit https://azure.microsoft.com/pricing/calculator/						
This estimate was created at 9/5/2025 6:59:46 PM UTC.						

10. Conclusión y próximos pasos

La arquitectura es **coherente, segura y escalable**; satisface los requerimientos y facilita el cumplimiento normativo.
Siguientes pasos:

1. PoC con tráfico real; 2) elegir *tier* final de **APIM** (Std vs Premium);
2. ajustar **RU/s** y **vCores** con métricas; 4) publicar el PDF en el repositorio.

Repositorio GitHub: https://github.com/stdpacheco/arquitectura-soluciones-en-Nube-Azure-BP

Anexo A — Políticas APIM (ejemplo)

```
<policies>
  <inbound>
    <base/>
    <!-- Límite por IP: 20 req/s -->
    <rate-limit-by-key calls="20" renewal-period="1"
      counter-key="@(context.Request.IpAddress)" />
    <!-- Cuota por suscripción: 6000 req/h -->
    <quota-by-key calls="6000" renewal-period="3600"
      counter-key="@(context.Subscription?.Key)" />
    <!-- Requerir subscription key -->
    <check-header name="Ocp-Apim-Subscription-Key"
      failed-check-httpcode="401"
      failed-check-error-message="Subscription key required." />
    <!-- Validar JWT -->
    <validate-jwt header-name="Authorization" require-scheme="Bearer"
      failed-validation-httpcode="401">
      <openid-config url="https://login.microsoftonline.com/<TENANT>/v2.0/.well-known/openid-configuration" />
      <audiences><audience>api://online-banking</audience></audiences>
    </validate-jwt>
    <set-header name="X-Correlation-Id" exists-action="override">
      <value>@(context.RequestId)</value>
```

```
    </set-header>
  </inbound>
</policies>
```