

# La evolución de 3G

## *Llevando CDMA2000 a la próxima década*

Octubre de 2005

Preparado por: Michael W. Thelander  
Signals Research Group, LLC

Informe desarrollado para el CDMA Development Group



*En nombre del Grupo de Desarrollo de CDMA (CDG), Signals Research Group, LLC (SRG) investigó y escribió el siguiente informe. A fin de obtener la mejor información posible sobre las características del desempeño, la evolución de CDMA2000® y el impacto que esta evolución ejercerá sobre la industria y el panorama competitivo, entrevistamos a una serie de constituyentes, incluyendo proveedores de equipos, habilitadores de tecnología y operadores móviles. Creemos que hemos obtenido una visión precisa que se basa en información fáctica, en medidas de desempeño en el mundo real de redes comerciales y en la visión actual de 3GPP2 para la evolución de la tecnología. Como único autor del informe, SRG apoya la información, los análisis y las conclusiones presentadas aunque también reconoce que muchos factores dependen de la decisión de un operador de desplegar y lanzar un servicio comercial 3G. El rendimiento de la tecnología subyacente y su evolución son sólo dos criterios entre muchos que un operador usará para seleccionar su tecnología elegida inalámbrica de última generación.*



# La evolución de 3G

## Llevando CDMA2000 a la próxima década

CDMA Development Group

Octubre de 2005

### 1.0 Resumen

A veces se cree que demostrar el caso de negocio para las redes inalámbricas de 3G (tercera generación) es un desafío desalentador ya que se supone que la 3G requiere una enorme cantidad de hardware nuevo, enormes compromisos de capital y un nuevo espectro, todo lo cual se suma a las restricciones de interoperabilidad entre redes de 3G recién desplegadas y las redes existentes de 2G. Nada podría estar más lejos de la verdad.

Desde su inicio, el camino de la evolución de CDMA2000 fue diseñado para minimizar el impacto de su introducción en la red de un operador. Ha logrado su objetivo en varias formas diferentes, destacándose:

**Compatibilidad hacia adelante y hacia atrás** – 3G CDMA2000 1X (“1X”) es compatible hacia atrás y hacia adelante con IS-95 2G (segunda generación), lo que significa que los terminales de 2G son totalmente funcionales en una red 1X y los terminales 1X son totalmente funcionales en una red IS-95, aunque sin las características habilitadas por 3G. Esto es muy ventajoso para un operador cuando migra su red de una tecnología de 2G a una de 3G.

A fin de aprovechar por completo una red todo IP y una interfaz aérea que ha sido optimizada para datos, CDMA2000 1xEV-DO (“EV-DO”) requiere que dispositivos multimodos sean completamente compatibles hacia atrás. Sin embargo, como se analiza en este informe, la compensación es muy convincente ya que una gran cantidad de reutilización de infraestructura minimiza el impacto de esta migración. Además, una vez que EV-DO (Release 0) haya sido introducido, las futuras revisiones (a través de la Revisión B) serán totalmente compatibles hacia adelante y hacia atrás.

**Reutilización de Hardware** – La migración de la red de acceso a la radio (RAN) de IS-95 a 1X y EV-DO (todas las revisiones) es casi tan simple como insertar una nueva tarjeta de canal en una estación base previamente desplegada. Esto es muy convincente para los operadores que no quieren desplegar y mantener una RAN completamente nueva y separada.

**Migración “in-band” o en la misma banda** – Empezando con IS-95 y siguiendo con 1X y EV-DO, la familia de tecnologías CDMA2000 ha utilizado una portadora de radio de 1.25 MHz en las mismas bandas de espectro. Desde la perspectiva de un operador, este atributo proporciona una enorme flexibilidad al desplegar servicios avanzados de 3G ya que no tiene que “reconfigurar” sus canales de radio ya dedicados a fin de liberar espectro contiguo suficiente para desplegar una portadora 3G adicional o para desplegar la última revisión de EV-DO. Además, una migración en la misma banda reduce en gran medida la pesadilla de ingeniería asociada con el despliegue de una superposición en una nueva banda de espectro que tiene diferentes características de propagación de RF.

**Configuración de una red híbrida** – La primera red híbrida celular/OFDM está basada en CDMA2000, por medio de la cual una forma de onda OFDM ha sido introducida en la Revisión A de 1xEV-DO CDMA2000 para ofrecer aptitudes multicast (multitransmisión) de alta capacidad que permitirá a los operadores ofrecer servicios multicast de menor costos a la vez que se mantiene una red móvil robusta y de alta velocidad con CDMA2000.



# La evolución de 3G

## Llevando CDMA2000 a la próxima década

CDMA Development Group

Octubre de 2005

Las características de rendimiento avanzado de 1X y EV-DO proporcionan al operador el mayor beneficio con la menor inversión, lo cual ofrece un incentivo adicional para comenzar la transición. Las mediciones del mundo real indican que el 1X casi duplica la capacidad de voz de una red IS-95 y ofrece una mayor capacidad de voz que otras tecnologías 3G. Con la introducción de EV-DO, estos operadores pueden mejorar aun más su oferta de servicio con acceso de banda ancha a Internet y un rico contenido multimedia. Cuando está normalizado para un ancho de banda de canal de 5 MHz, EV-DO realmente supera en rendimiento a WCDMA para el tráfico de datos y debería rendir bien contra HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) cuando la tecnología sea introducida más adelante este año en América del Norte y en 2006-2007 en otras regiones del mundo.

De modo similar, la Revisión A de EV-DO debería desempeñarse admirablemente en oposición a HSUPA (High Speed Uplink Packet Access), su tecnología par, que probablemente esté detrás de la Revisión A en por lo menos dos años. Además de velocidades mejoradas de datos en el enlace inverso (reverse link), la Revisión A introduce mecanismos QoS (Quality of Service-Calidad de Servicio) que soportan la priorización de paquetes individuales y una importante reducción en latencia, lo cual allana el camino hacia las capacidades completas multimedia, incluyendo VoIP y vídeo telefonía, en un acceso todo IP a la radio y la red central. Aunque en general no se lo reconoce, estos mecanismos QoS, combinados con las eficiencias de una red todo IP, representan las características más impresionantes de la próxima revisión.

Al ser el primero en comercializar las tecnologías 3G (1X y EV-DO), el ecosistema de CDMA2000 está bien establecido con más de 186 millones de abonados a 3G, incluyendo más de 16 millones de abonados a EV-DO<sup>1</sup>. Estos abonados pueden elegir entre más de 740 dispositivos de CDMA2000, incluyendo casi 140 para EV-DO.

Si bien la Revisión A no estará comercialmente disponible hasta mediados de 2006, el trabajo ya está progresando sobre futuras revisiones al estándar EV-DO, comenzando con la Revisión B, que podría estar lista el primer trimestre de 2006. La Revisión B proporcionará velocidades de datos pico de hasta 46.5 Mbps, aunque en redes comerciales es más probable que sean de 9.3 Mbps. (Nota: una reciente propuesta que introduce un esquema de modulación 64-QAM –que requiere un ascenso del hardware– podría aumentar aun más las velocidades de datos a 73.5 Mbps y 14.7 Mbps, respectivamente). También se están llevando a cabo las discusiones iniciales con respecto a la Revisión C y el uso posible de tecnologías, como por ejemplo antenas inteligentes y OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing-Multiplexado por División de Frecuencia de Vector Ortogonal) para llevar a la familia de tecnologías CDMA2000 a la próxima década.

Como EV-DO está basado en IP, los operadores de CDMA podrán hacer evolucionar su red central conmutada por circuitos existente a una red central todo IP con la capacidad de soportar aplicaciones que aprovechan el MMD (multimedia domain-dominio multimedia). Además, con las características inherentes de la interfaz aérea de la Revisión A, los operadores podrán ofrecer servicios VoIP, lo cual puede aumentar más la capacidad de la red, reducir los gastos operativos y soportar servicios integrados de voz y datos como vídeo telefonía y “ves lo que veo”.

---

<sup>1</sup> Grupo de Desarrollo de CDMA, junio de 2005



# La evolución de 3G

## Llevando CDMA2000 a la próxima década

CDMA Development Group

Octubre de 2005

Mientras que los avances planeados de EV-DO serán maravillosos de ver, también existe la necesidad de apoyar a los mercados subabastecidos donde hoy en día hacer una llamada de voz es considerado un lujo. A fin de enfrentar esas necesidades del mercado, la comunidad de CDMA2000 está trabajando para bajar el costo de terminales básicos que, en combinación con una tecnología espectralmente eficiente y capaz de manejar datos, mejorará el negocio para servicios de telecomunicación inalámbrica en mercados en desarrollo donde viven grandes concentraciones de gente.



# La evolución de 3G

## Llevando CDMA2000 a la próxima década

CDMA Development Group

Octubre de 2005

### 2.0 La evolución de CDMA2000– Desde la perspectiva de los estándares

Aunque el enfoque de este informe es proporcionar una actualización del mercado de 1X y EV-DO e ilustrar cómo continuará la evolución de la tecnología en la siguiente década, también es importante entender a CDMA2000 desde la perspectiva de los estándares, ya que existe una considerable confusión acerca de qué es y qué no es 3G, y cómo 3G se convertirá en 4G.

#### 2.1 IS-95

El primer estándar CDMA para redes móviles es conocido como Interim Standard 95A (IS-95A), y se lo considera tecnología de 2G. El estándar IS-95A fue completado en 1993 y sirvió como tecnología inalámbrica digital que reemplazó a los sistemas análogos. IS-95B, que es un ascenso de IS-95A, fue desplegado en algunos mercados incluyendo Corea del Sur, Japón y Perú.

#### 2.2 CDMA2000 1X

1X es la tecnología que sigue a IS-95. El término 1X es una abreviatura de 1xRTT (1x Radio Transmission Technology), y es una reserva del período en que se consideraba que 3xRTT estaba dentro de la comunidad CDMA2000. En este caso el “1” y el “3” se refieren al número de portadoras de radio de 1.25 MHz que se combinan juntas, siendo 1 el número de facto.

Un concepto falso común es que 1X no es un estándar 3G, al ser calificado algunas veces con el sobrenombre “2.5G” por parte de diversas entidades al referirse al estándar. La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones), sin embargo, explícitamente reconoció a 1X como una tecnología 3G en noviembre de 1999. Lo que es interesante, la ITU no reconoce oficialmente términos tales como “2.5G,” “3.5G” y “4G,” ya que no son términos bien definidos dentro del cuerpo. En cambio, diversas organizaciones usan estos términos como herramientas de marketing al tratar de segregar varios avances para una tecnología dada. Ejemplos de ellos incluyen a GPRS (“2.5G”), HSDPA (“3.5G”) y WiMAX (“4G”).

#### 2.3 CDMA2000 1xEV-DO

Los operadores que han adoptado el camino evolucionista de CDMA2000 ahora están en el proceso de desplegar, o ya han desplegado, EV-DO (Evolution – Data Optimized- Evolución – Datos Optimizados). Como el nombre sugiere, EV-DO es una tecnología centrada en los datos que les permite a los operadores aprovechar las características del rendimiento de la tecnología para ofrecer servicios avanzados de datos. Como 1X, EV-DO es una tecnología 3G reconocida por la UIT, y el estándar (CDMA2000 High Rate Packet Data Air Interface-Interfaz Aérea de Paquetes de Datos a Alta Velocidad, IS-856) fue aprobado en agosto de 2001. Como se analiza en este informe, la combinación de un servicio EV-DO y uno 1X es muy convincente para los operadores que quieren optimizar la capacidad de voz en sus redes y, a la vez, poder entregar servicios de datos avanzados que generen ingresos.

Con la reciente decisión de Sprint Nextel de desplegar EV-DO, el trabajo dentro del cuerpo de los estándares en 1xEV-DV (Evolution – Data and Voice-Evolución – Datos y Voz) se ha detenido y, en cambio, se está centrado en futuras mejoras a la primera implementación (Release 0) de EV-DO. La Revisión A de EV-DO (TIA-856-A) es la primera de una serie de ascensos planeados para el Release 0. El estándar de la Revisión A fue aprobado en marzo de 2004, y los servicios comerciales comenzarán a fines de 2006. La Revisión B de EV-DO lógicamente sigue a la Revisión A, con indicaciones de que esta revisión se convertirá en un estándar en el primer trimestre de 2006. A través de la Revisión B, todas las revisiones

La UIT  
explícitamente ha  
reconocido que 1X y  
EV-DO son  
tecnologías de 3G



# La evolución de 3G

## Llevando CDMA2000 a la próxima década

CDMA Development Group

Octubre de 2005

planeadas de EV-DO son completamente compatibles hacia atrás y hacia adelante. En última instancia, podría haber varias "fases" de la Revisión B y cada fase introduciría una mayor funcionalidad y mejores características.

**Figura 1. La evolución de CDMA2000**



Fuente: Signals Research Group, LLC



# La evolución de 3G

## Llevando CDMA2000 a la próxima década

CDMA Development Group

Octubre de 2005

### 3.0 Actualización del Mercado de CDMA2000

Es útil destacar todo lo que se ha logrado hasta la fecha con CDMA2000, y también mirar algunos de los atributos que hacen de CDMA2000 una tecnología convincente tanto para los operadores como para los consumidores.

#### 3.1 El ecosistema de 1X y EV-DO

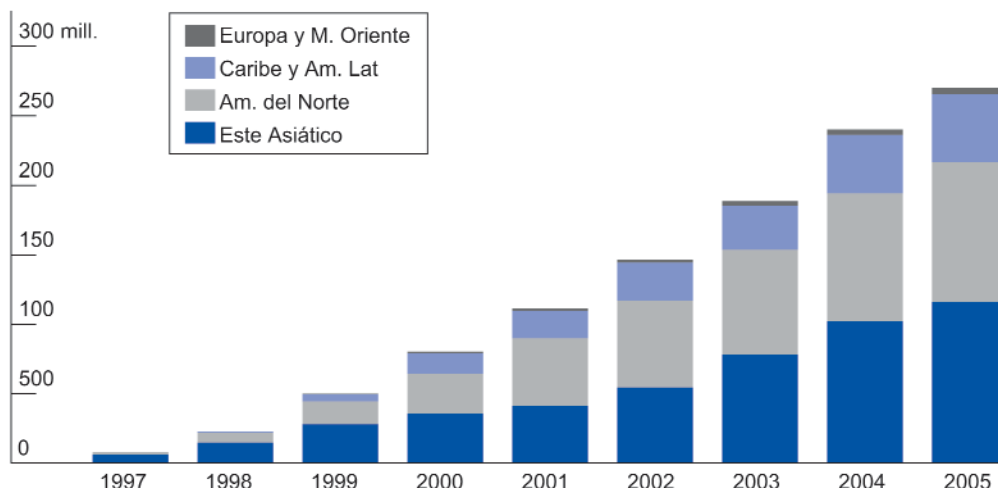
La capacidad de una tecnología de mejorar la eficiencia de una red es un criterio importante para minimizar el costo total de la propiedad de un sistema 3G. Un ecosistema bien establecido también puede ayudar a bajar los costos a través de economías de escala que se logran mediante una amplia base de abonados, mientras que se obtienen niveles más altos de competencia mediante una multitud de proveedores de terminales e infraestructura.

##### 3.1.1 Crecimiento de abonados a 1X y EV-DO

Sobre la base de cifras proporcionadas por los operadores, a fines de junio de 2005 había 270,2 millones de abonados de CDMA en el mundo, diseminados a lo largo de más de 193 redes en 70 países. Las regiones del Este Asiático y América del Norte representaron el mayor número de abonados con 116,2 millones y 100,4 millones, respectivamente, seguidas por el Caribe y América Latina, con 49,2 millones y Europa, Medio Oriente y África, con 4,4 millones. Además, la base instalada de abonados a CDMA sigue creciendo en todas las regiones del mundo con un índice de crecimiento compuesto promedio de 27% en todas las regiones desde el 2000.

Puede decirse que el número de abonados a GSM (~1.500 millones) es una información impresionante, pero el número total de abonados, en sí mismo, no refleja todo el cuadro. Por ejemplo, a pesar de una gran base de 2G, su adopción de 3G [WCDMA] en realidad no alcanza a 1X y EV-DO. En el último recuento, había 33 millones de abonados a WCDMA en 61 redes comerciales, incluyendo 16,5 millones en la red NTT DoCoMo que, como se analizará más adelante, es una implementación patentada de WCDMA. A los fines de hacer una comparación,

**Figura 2. Crecimiento de abonados a CDMA (1997-junio de 2005)**



Fuente: CDG



# La evolución de 3G

## Llevando CDMA2000 a la próxima década

CDMA Development Group

Octubre de 2005

de los 270,2 millones de abonados a CDMA, 185,6 millones (69%) son abonados a CDMA2000, y más de 16 millones usan un terminal EV-DO. Desde una perspectiva de red, los operadores que representan más del 80% de la base instalada de abonados a CDMA desplegaron EV-DO o están probando la tecnología para un despliegue futuro.

El motivo de estas comparaciones no es sugerir que 1X y EV-DO podrán retener su liderazgo sobre WCDMA. En cambio, debe reconocerse que los operadores de CDMA al parecer tuvieron una experiencia más fácil y más exitosa al hacer la transición de servicios de voz y datos de 2G a 3G. Esta ventaja con respecto al time to market se analiza en la Sección 3.2.

### *3.1.2 Los proveedores de 1X y EV-DO*

Una amplia base de abonados ayuda a bajar el costo de los terminales y la infraestructura debido a las economías de escala. De acuerdo con los resultados financieros de Qualcomm, en 2004 se vendieron 148 millones de terminales de CDMA2000 frente a 22 millones de terminales WCDMA. Asimismo, un gran ecosistema de proveedores de terminales e infraestructura lleva a una mayor competencia, precios más atractivos y a una mejor selección de terminales con muchas características convincentes.

Hasta la fecha, 740 dispositivos de CDMA2000, incluyendo casi 140 para EV-DO, han sido comercialmente introducidos. A los fines de hacer una comparación, aproximadamente 90 modelos de WCDMA han sido introducidos, incluyendo 32 terminales FOMA.<sup>2</sup>

Con respecto a la infraestructura, hay más de una docena de compañías que ofrecen equipos CDMA2000 y también un gran número de proveedores del subsistema y la red central. La lista incluye algunas de las compañías líderes en la industria, así como compañías privadas y proveedores agresivos de Asia.

El ecosistema de CDMA2000 de proveedores de dispositivos ha introducido una serie de características avanzadas que en muchas instancias son únicas de los terminales 1X/EV-DO o fueron introducidas por primera vez a terminales 1X/EV-DO. Los ejemplos incluyen:

- El primer teléfono en el mundo con cámara de 7 mega píxeles
- El teléfono 3G más liviano del mundo (98 gramos)
- El primer teléfono 3G del mundo con disco rígido interno

Estas características no necesariamente seguirán siendo exclusivas de los terminales CDMA2000, y ello tampoco significa que todas las nuevas características aparecen primero en los terminales CDMA2000. Sin embargo, demuestra que la cartera de terminales CDMA2000 es muy atractiva y que los principales fabricantes de terminales reconocen y persiguen agresivamente las oportunidades del mercado.

### *3.2 Ventajas del time to market*

Como se destacó en esta sección y se analizará en más detalle en el Capítulo 6, 1X entrega la mayor capacidad de voz de cualquier tecnología 3G comercialmente disponible, mientras que el rendimiento de datos de EV-DO está demostrando ser superior a WCDMA y debería exceder el de HSDPA. Asimismo, la Revisión A de EV-DO es ampliamente comparable con HSUPA en

<sup>2</sup> Sitio web del Foro de UMTS

Los  
abonados a  
CDMA2000 pueden  
elegir entre más de  
740 terminales 1X y  
casi 140 dispositivos  
EV-DO.



# La evolución de 3G

## Llevando CDMA2000 a la próxima década

CDMA Development Group

Octubre de 2005

*CDMA2000  
tiene un liderazgo  
desde la concepción  
hasta la creación que  
los operadores han  
usado para su  
beneficio.*

cuanto al rendimiento en el enlace inverso. Sin embargo, hay otro atributo en el que la familia de tecnologías de CDMA2000 tiene una ventaja indisputable: la ventaja del time-to-market (tiempo de introducción al mercado).

En mercados competitivos, los operadores tienen que poder ofrecer a sus abonados lo último que ofrece la tecnología a fin de seguir siendo competitivos y poder atraer nuevos abonados y retener los existentes. Si bien la historia reciente ha demostrado que a los abonados no necesariamente les importa si usan 2G o 3G, mucho menos "2.G", sí les importan las características inherentes que su servicio móvil les ofrece. Dichas características de 3G deseadas incluyen acceso inalámbrico a banda ancha para abonados corporativos exigentes [y aquellos que generen un ARPU (IMPU- ingreso promedio por usuario) elevado], así como también aplicaciones multimedia, juegos y servicios de voz de menor costo para consumidores. En ese aspecto, las tecnologías CDMA2000 dan a los operadores la ventaja de la primera movida que pueden usar para su beneficio si así lo desean.

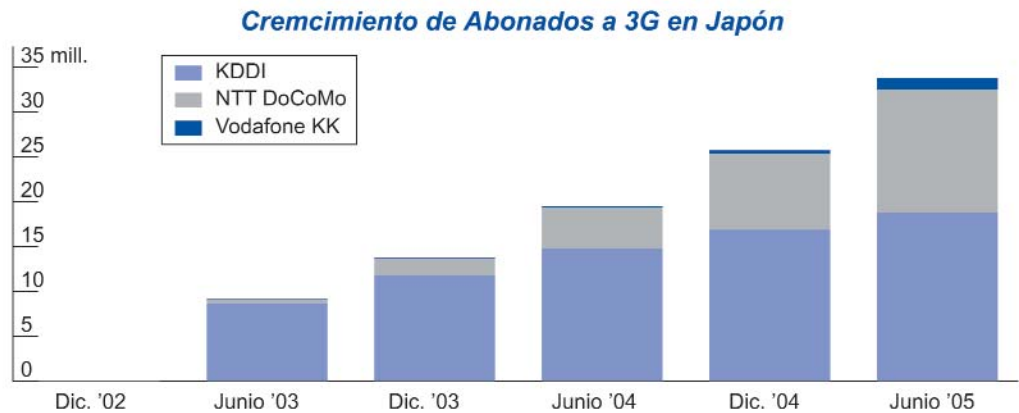
SK Telecom (SKT) lanzó la primera red mundial 1X en Corea del Sur en octubre de 2000. SKT también lanzó el primer servicio comercial EV-DO en el mundo en enero de 2002, seguido de KT Freetel en mayo de ese año. Desde aquellos primeros despliegues, el ecosistema no sólo tuvo tiempo de desarrollarse, sino que las tecnologías CDMA2000 tuvieron tiempo para madurar por completo, para probarse a sí misma durante un período de varios años y para introducir soluciones más optimizadas que pueden bajar los costos y mejorar la experiencia del usuario (por ejemplo, reducir el consumo de energía).

A la inversa, NTT DoCoMo fue el primer operador en el mundo en lanzar un sistema WCDMA usando una versión propietaria de WCDMA cuando lanzó su servicio FOMA (Freedom of Mobile Multimedia Access) en octubre de 2001. En diciembre de 2002, Vodafone KK (J-Phone) lanzó la primera implementación basada en el estándar WCDMA cuando comenzó a ofrecer servicios comerciales de 3G en Japón.

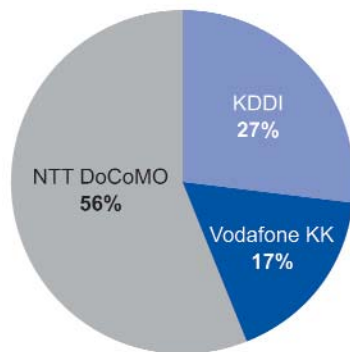
En Japón, KDDI, que es el segundo operador más grande con más de 20 millones de abonados, es el único carrier que está siguiendo el camino evolucionista de CDMA2000. KDDI lanzó 1X en abril de 2002 y EV-DO en octubre de 2003, con planes para comenzar a desplegar hardware de la Revisión A de EV-DO para fines de 2005 y evolucionar el hardware con software de la Revisión A una vez que esté disponible. Como respuesta, NTT DoCoMo (y posiblemente Vodafone KK) podrían comenzar a desplegar HSDPA en 2006, aunque no se estableció ninguna fecha oficial para su disponibilidad comercial; HSUPA probablemente no sea una alternativa viable hasta el 2008. Sobre la base de estos datos y los planes de futuros despliegues, KDDI tiene por lo menos una ventaja de 1-2 años en su mercado, al tiempo que puede beneficiarse con las ganancias del creciente desempeño del Release 0 y la Revisión A de 1X/EV-DO en oposición a UMTS/HSDPA y HSUPA.

Esta ventaja del time-to-market se demuestra además en las cifras de los abonados japoneses. Para fines de junio de 2005, KDDI tenía 55% de la base de abonados de 3G en Japón, frente al 41% para NTT DoCoMo y sólo el 4% para Vodafone KK. Vale la pena destacar que la base total de abonados de KDDI es del 27% del número total de abonados móviles japoneses, lo cual significa que su índice de éxito para capturar nuevos abonados 3G es aun más impresionante.

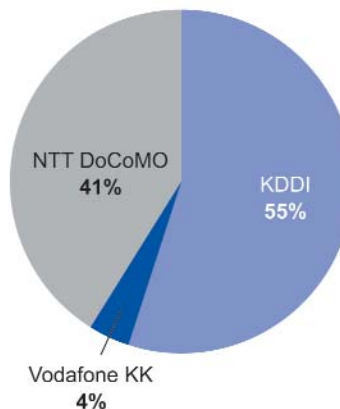
Figure 3. Ventaja del time-to-market de KDDI



**Distribución de abonados japoneses (junio 2005)**



**Distribución de abonados a 3G japoneses (junio 2005)**



Fuente: Telecommunications Carriers Association (TCA)

Los abonados no necesariamente están gravitando en torno a KDDI porque tuvo 3G primero. Sin embargo, como 1X y EV-DO son tecnologías bien establecidas con características de desempeño convincentes, KDDI puede ofrecer a sus abonados terminales muy atractivos, con un gran diseño y una abundante cartera de servicios multimedia que son posibles gracias a la red de 3G.

Esta ventaja del time-to-market también prevalece en otras regiones, en especial en América del Norte y Brasil, donde los servicios comerciales de WCDMA/HSDPA aún no están disponibles, mientras que 1X y EV-DO están siendo desplegados desde 2002 y 2003, respectivamente. Al ser los primeros en comercializar los servicios 1X y EV-DO, los operadores de CDMA2000, tales como Versión Wireless, Sprint Nextel, Bell Mobility, y Vivo, han podido proporcionar a sus abonados un contenido multimedia lleno de características (por ejemplo, VCAST de Verizon Wireless) y ofrecer acceso de banda ancha móvil a los abonados más lucrativos: los profesionales móviles. Las ventajas de los datos móviles se analizan en la siguiente sección.



# La evolución de 3G

## Llevando CDMA2000 a la próxima década

CDMA Development Group

Octubre de 2005

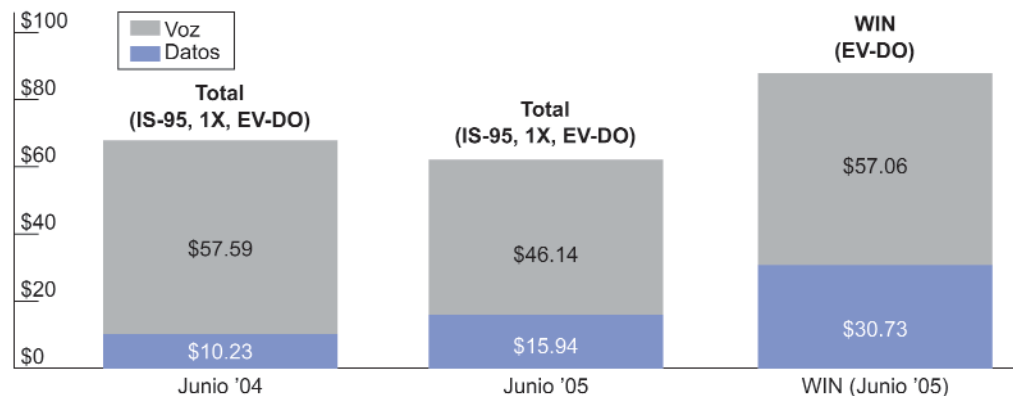
### 3.3 Haciendo posible los datos móviles

Desplegar 3G no significa en sí mismo que un operador tendrá una experiencia gratificante con un servicio comercial de datos móviles. Sin embargo, en ausencia de una oferta de datos móviles, el operador se enfrentará al desafío de aumentar el ARPU (ingreso promedio por usuario) y, por supuesto, de mantenerlo. En la mayoría de las regiones del mundo, la competencia por obtener nuevos abonados es feroz, en particular en aquellos mercados en que los índices de penetración están alcanzando su límite práctico debido a la demografía regional,

En respuesta, los operadores están bajando sus tarifas de abono a servicios de voz y/o aumentando la cantidad de minutos disponibles con los llamados “bucket plans” a fin de atraer y/o retener abonados. El efecto neto de estas acciones es un ARPU más bajo, mayor abandono de los abonados y una rentabilidad reducida. Como alternativa, los operadores móviles están reconociendo que un servicio convincente de datos móviles en su red de 3G podría atraer o retener abonados, aumentar los ingresos por servicios de datos y hasta aumentarlos por los servicios de voz.

Al haber sido los primeros operadores en lanzar redes de 3G, los operadores de CDMA2000 en Corea del Sur y Japón muchas veces están en el primer plano por el éxito que tuvieron con los datos móviles.

**Figura 4. Los datos móviles impulsan un mayor ARPU**



Fuente: KDDI



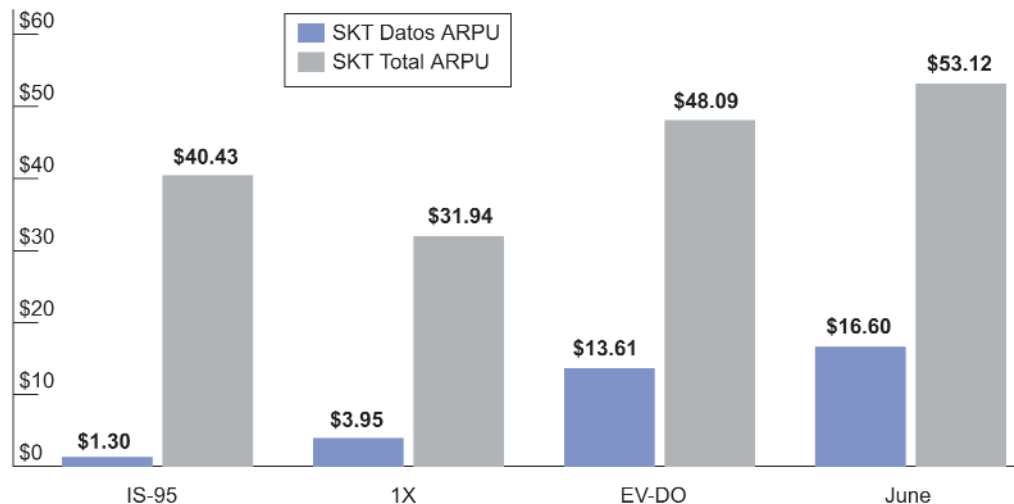
# La evolución de 3G

## Llevando CDMA2000 a la próxima década

CDMA Development Group

Octubre de 2005

Figura 5. Los datos móviles impulsan un mayor uso de voz



Fuente: SK Telecom

Entre junio de 2004 y junio de 2005, el ARPU por servicios de voz de KDDI declinó un 32% a US\$46,14. Sin embargo, durante ese mismo período el ARPU por servicios de datos aumentó un 56% a US\$15,94 en toda la base de abonados, parando así parte de la caída total. La contribución de su servicio de datos móviles es aun más impresionante cuando los resultados del servicio EV-DO de KDDI son aislados de sus resultados totales. Los abonados al servicio EV-DO de KDDI, WIN, tenían un ARPU de US\$87,79 durante junio de 2005, lo cual es 41% más alto que el ARPU de toda su base de abonados. Además, la distribución entre los ingresos por servicios de voz y datos indica que a medida que estos abonados a WIN aumentan su uso de datos móviles EV-DO, su deseo de hacer más llamadas de voz, como se refleja en el ARPU más elevado por servicios de voz, también aumenta.

Los resultados en Corea del Sur también sugieren que el uso de datos móviles impulsa el ARPU total y ayuda a parar la caída del ARPU por servicios de voz. El ARPU para abonados que usaron el servicio de SK Telecom de junio, un servicio multimedia para terminales EV-DO de primera calidad, fue de US\$53,12, o 66% más que su ARPU por abonados a 1X. Dentro de esas cifras de ARPU, el ARPU por servicios de voz de su servicio de junio fue 30,5% más alto que el ARPU por servicios de voz con su servicio 1X. Como sucedió en Japón, un uso más alto de servicios de datos puede llevar a un aumento en el uso de servicios de voz

Dicho de otra manera, los operadores con una oferta de servicio de datos móviles agresiva pueden beneficiarse de varias maneras:

- El uso de datos móviles puede impulsar un ARPU más alto;
- El uso de datos móviles puede indirectamente dar como resultado un mayor uso de servicios de voz; y
- Una oferta atractiva de un servicio de datos móviles, con dispositivos convincentes, puede atraer y retener abonados

Una oferta de datos móviles puede impulsar mayores ingresos, aumentar indirectamente el uso de los servicios de voz y ayudar a atraer y retener abonados.



# La evolución de 3G

## Llevando CDMA2000 a la próxima década

CDMA Development Group

Octubre de 2005

### *3.3.1 Acceso inalámbrico de banda ancha mediante el uso de EV-DO*

Mientras que el contenido multimedia y los servicios 3G representan el lado más atractivo de 3G, EV-DO y hasta 1X pueden proporcionar una función básica aunque crítica: conectividad inalámbrica a Internet.

En mercados en desarrollo donde los índices de penetración wireline (acceso convencional) son bajos o donde el servicio DSL es muy limitado, los operadores están ofreciendo acceso de banda ancha EV-DO con el único propósito de conectar a sus abonados a Internet.

En el 2004, Eurotel lanzó una red EV-DO en la República Checa usando su espectro de 450 MHz. En los primeros dos meses, el operador pudo capturar casi el 10% del mercado de banda ancha del país. El éxito del operador ha seguido desde entonces, y Eurotel tiene más de 50.000 abonados en su red que abarca casi todo el país.

En América del Norte, Verizon Wireless y Sprint Nextel están ofreciendo planes de servicios de datos del tipo “tenedor libre” en sus redes EV-DO y 1X. Estos operadores reconocen que, aunque hay abundante acceso wireline a Internet, éste no siempre está fácilmente disponible donde sus abonados más lo necesitan: aeropuertos, hoteles y otras áreas donde se congregan viajeros de negocios.

En este caso, EV-DO no está pensado para reemplazar el acceso wireline. En cambio, los empleados de grandes y pequeñas corporaciones pueden usar EV-DO para permanecer en contacto con la oficina mientras están físicamente fuera de ella mediante el acceso a su cuenta de correo electrónico, cargando y descargando archivos a través de una VPN (red privada virtual), etc.

Desde la perspectiva de la corporación, un servicio de banda ancha EV-DO aumenta la productividad de su fuerza de trabajo por un costo modesto mientras que, al mismo tiempo, es probable que reduzca los costos que la corporación tendría que pagar si usara otras tecnologías de acceso. Aunque en algunos casos es gratis, el acceso a banda ancha en hoteles puede costar US\$10-US\$15 por noche. Un servicio Wi-Fi ilimitado actualmente está disponible por US\$30 por mes, contra US\$59.99 por EV-DO, pero con una cobertura muy limitada, los abonados probablemente tendrían que complementar su plan Wi-Fi con otros servicios basados en un abono donde la cobertura Wi-Fi no esté disponible.

Desde la perspectiva de un operador, un servicio de acceso de banda ancha EV-DO puede mejorar su ARPU en forma significativa. Igualmente importante es el hecho de que crea otro nivel de atractivo que lleva a sus abonados más lucrativos a seguir siendo clientes leales.

### *3.3.2 Gold y Platinum Multicast impulsan eficiencias de la red*

Con la introducción del Release 0 de EV-DO y luego la Revisión A de EV-DO, los operadores de EV-DO tienen la capacidad de ofrecer servicios multicast a sus abonados.

Como su nombre lo indica, multicast (multitransmisión) es un mecanismo de entrega de “uno a muchos” que mejora en forma significativa la capacidad de una red EV-DO. Con el multicast, todos los abonados participantes pueden recibir simultáneamente la misma información que está siendo transmitida por la/s estación/estaciones base, en forma muy similar en que las señales de TV o radio pueden proporcionar simultáneamente la misma información a un número ilimitado de TV o radios sin la necesidad de difundir la información muchas veces; una



# La evolución de 3G

## Llevando CDMA2000 a la próxima década

CDMA Development Group

Octubre de 2005

*Un servicio multicast hace un uso más eficiente de los recursos de la red mientras que, a la vez, permite a los operadores ofrecer una amplia serie de contenidos multimedia a un número prácticamente ilimitado de abonados*

transmisión soporta un número ilimitado de televidentes o radioyentes.

El equivalente de multicast “uno a uno” en general se conoce como unicast. En un nivel superficial, unicast puede ofrecer a los abonados el mismo tipo de contenido con la misma calidad de vídeo y audio que es posible con un servicio multicast, con una notable excepción: en un sistema unicast, la red tendría que enviar en forma individual a cada abonado su programación requerida.

Para un hipotético archivo de vídeo de 1 MB y 5 abonados activos en la misma celda, una red unicast tendría que enviar 5 MB de datos. En una red multicast, el archivo de 1 MB sólo se transmite una vez, en forma simultánea a todos los usuarios. Al mismo tiempo, el valor de ese contenido, medido según lo que los abonados están dispuestos a pagar por él, sigue siendo el mismo. Dicho de otro modo, con un servicio multicast, los ingresos por servicios de datos que fluyen a los cofres de los operadores aumentan a medida que crece el número de abonados al servicio multimedia; sin embargo, el impacto sobre los recursos de la red (por ejemplo, el costo de entregar el contenido) prácticamente sigue igual. La verdadera eficiencia del sistema multicast es, por lo tanto, en función del número de abonados que están usándolo en un sector dado: cuanto mayor es el número de abonados, mayor es la eficiencia y viceversa.

Un sistema multicast, a través del uso de un software de entrega del programa, también puede aprovechar las horas de menor uso del sistema para transmitir el contenido, en particular el que no es sensible al factor tiempo. Esta característica es muy ventajosa ya que el uso de la red es en extremo variable con poco o nada de tráfico en general durante la noche y primeras horas de la mañana.

Las ventajas de un servicio de datos multicast pueden ser importantes. Desde la perspectiva del operador, un servicio multicast hace un uso más eficiente de los recursos y el espectro limitados de su red, mientras que a la vez sigue permitiéndole ofrecer a sus abonados una amplia serie de contenidos multimedia y programación que generan ARPU. Para los abonados, un servicio multicast significa que la selección de contenidos multimedia puede aumentar en forma significativa, atendiendo así las necesidades de los abonados que están interesados en estos tipos de servicios.

El contenido multimedia que es apropiado para un servicio multicast incluye:

- Vídeo clips musicales
- Archivos de audio MP3
- Noticias deportivas destacadas
- Avances de películas
- Noticias principales

Para el Release 0 de EV-DO, la funcionalidad multicast es denominada Gold Multicast, que puede ser implementada a través de un ascenso de software en el RAN y los terminales (chipsets), además de algunos cambios pequeños en la red central, incluyendo software y una mayor capacidad de backhaul. En términos de rendimiento, Gold Multicast puede soportar velocidades de rendimiento del sector de hasta 409.6 kbps en el enlace directo a través del 99% del sector usando una portadora EV-DO dedicada.



# La evolución de 3G

## Llevando CDMA2000 a la próxima década

CDMA Development Group

Octubre de 2005

Platinum Multicast, que está disponible con la Revisión A de EV-DO es capaz de entregar velocidades de rendimiento del sector de hasta 1.5 Mbps (>98% de la cobertura) en el enlace directo, o casi una mejora de 4x sobre Gold Multicast. La marcada mejora se debe al uso del OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Puesto que EV-DO es una tecnología basada en TDM (Time Division Multiplexing-Multiplexación por División de Tiempos), es posible intercalar señales generadas por OFDM y CDMA en la misma portadora de radio, aunque separadas en el tiempo (por ejemplo, diferentes segmentos de tiempo).

WCDMA incorpora un servicio multicast que se denomina MBMS (Multimedia Broadcast Multicast Service-Servicio Multicast de Difusión Multimedia). Aunque la evolución de WCDMA (HSDPA) también es un sistema basado en TDM, no está usando OFDM para proporcionar funcionalidad MBMS.

### *3.3.3 VoIP y aplicaciones multimedia*

Los operadores de CDMA2000 pueden ofrecer una abundante serie de servicios integrados de voz y datos. Inicialmente, estas aplicaciones pueden incluir servicios más avanzados, de baja latencia, como Push-to-Talk (oprima para hablar), Instant Messaging (mensajes instantáneos) e Instant Multimedia (multimedia instantáneo), en donde los abonados pueden combinar contenidos de texto, audio e incluso vídeo dentro de un solo mensaje multimedia. Con la introducción de la Revisión A de EV-DO y otras mejoras a la Red Central, los operadores pueden comenzar a ofrecer servicios VoIP (Voice over Internet Protocol- Voz sobre Protocolo de Internet), servicios de videotelefonía y videoconferencias multipartes. Como se analiza en más detalle en la Sección 6.3.5, VoIP (junto con diversidad de recepción y cancelación piloto de interferencia) también puede aumentar la capacidad de voz sobre 1X y llevar a un uso más efectivo de los recursos de la red, reduciendo así los gastos de capital de un operador y los gastos operativos en curso.

### *3.4 CDMA2000 Metas y mercados subabastecidos*

Con un sencillo camino de migración de 2G a 3G que ofrece la compatibilidad hacia atrás y hacia adelante y minimiza los requisitos de hardware nuevo, las tecnologías CDMA2000 están bien preparadas para los mercados en desarrollo. De hecho, el crecimiento de abonados CDMA2000 en los mercados en desarrollo en los últimos años en realidad es mayor que en mercados más establecidos. En muchos de estos mercados, WCDMA ni siquiera está disponible, y quizá no lo esté durante los próximos años (incluso entonces en una escala muy limitada).

A fin de mantener su ventaja competitiva como tecnología 3G en estas regiones, la comunidad CDMA2000 está trabajando para reducir costos y facilitar a los operadores el hecho de introducir dispositivos móviles que apuntan al mercado más bajo.

Existe una serie de actividades que específicamente abordan este tema. A continuación se destacan cuatro de estas iniciativas.

**Terminales para el Mercado más bajo** – A fin de bajar el costo de los terminales CDMA2000, una tecnología menos cara de semiconductores (RF-CMOS) se usa hoy en día en la parte del transceptor (transmisor/receptor) del terminal en lugar de una tecnología más antigua y cara (Silicon Germanium). Estos transceptores también pueden estar limitados a una sola banda de frecuencia que reduce la complejidad, el tamaño y, en última instancia, el costo del transceptor aun más.

*La comunidad CDMA2000 está trabajando para reducir los costos y facilitar a los operadores la introducción de dispositivos móviles que apuntan al mercado más bajo.*



# La evolución de 3G

## Llevando CDMA2000 a la próxima década

CDMA Development Group

Octubre de 2005

A principios de 2006, estarán disponibles tres soluciones diferentes de chipsets que combinan la banda base, RF y la administración de energía en un solo chip. Estas soluciones de un único chip también aprovecharán un procesador ARM-9 usando un nodo de procesamiento más avanzado, que puede reducir el costo de la funcionalidad de la CPU y el DSP a la vez que también mejora el nivel de rendimiento sobre un procesador ARM-7, el procesador que se usa en la actualidad en terminales del mercado más bajo.

Esta familia de soluciones de un chip único también es totalmente compatible uno con otro, y el chipset más básico está limitado a voz y SMS, el chip medio incluye datos 1X y el chip más avanzado también soporta una cámara de 1 megapíxel. Un fabricante de terminales, entonces, puede usar un diseño básico de terminal y luego hacer ajustes modestos a fin de ofrecer una cartera de terminales 3G de bajo costo con diversos grados de características. Al adoptar este enfoque, los operadores tendrán la flexibilidad de poder apuntar al mercado más bajo sin tener que sacrificar la capacidad de ofrecer una solución de datos modesta (por ejemplo, ringtones que pueden bajarse al terminal).

**Iniciativa GHRC (Global Handsets Requirements for CDMA - Requisitos globales para terminales CDMA)** – El CDG está trabajando con sus miembros para definir un conjunto común de requisitos que deberán cumplir los terminales CDMA2000. Con un conjunto común de requisitos, el grado de personalización definida por los operadores usada en el pasado por algunos de los operadores más importantes e influyentes será mayormente retirado. Con esta iniciativa, a los fabricantes de terminales les resultará más fácil soportar operadores más pequeños lo cual, a su vez, permitirá que operadores más pequeños introduzcan nuevos terminales más rápido, aumenten la cartera de terminales que ofrecen y tengan acceso a precios mayoristas de terminales más bajos.

**Agrupación de la oferta y la demanda** – Con algunas excepciones notables, los operadores en los mercados más bajos en general carecen del poder de adquisición que poseen los operadores más grandes en mercados desarrollados. Al agrupar los pedidos de estos operadores, pueden lograrse economías de escala, lo cual lleva, en última instancia, a precios más atractivos.

**Foro de certificación CDMA (CCF)** – Como todos los terminales, los terminales CDMA2000 deben estar aprobados por el operador antes de poder formar parte de la red del operador. Para reducir en forma significativa el tiempo y el costo de llevar los dispositivos CDMA al mercado, el CDG creó el Foro de Certificación CDMA (CCF), una colaboración de operadores y proveedores de dispositivos para desarrollar e implementar un proceso de certificación global y estandarizado. Una vez que esta iniciativa esté activada, los proveedores de dispositivos podrán “pre-certificar” una mayoría de la porción de comunicaciones del dispositivo para todas las potenciales oportunidades del mercado, eliminando de esta manera el examen duplicado que hay en la actualidad. Al optimizar el proceso de examen y certificación, el tiempo y el costo asociado con el examen de los dispositivos se reducirá en forma significativa.



# La evolución de 3G

## Llevando CDMA2000 a la próxima década

CDMA Development Group

Octubre de 2005

### 4.0 La fluida transición de 2G a 3G y más allá

Para los operadores de CDMA, la transición de IS-95 a 1X y EV-DO es un proceso relativamente fácil, con las tecnologías diseñadas desde el comienzo para maximizar la reutilización del hardware existente. Al hacerlo, los operadores pueden desplegar rápidamente nuevas tecnologías sin perturbar sus servicios existentes, y minimizar sus gastos de capital. Hay varios atributos que hacen posible esta fácil transición.

#### 4.1 Una evolución "in-band"

Tal como se analizó en una sección anterior, 1X a veces es (equivocadamente) llamado una tecnología "2.5G". Por lo menos parte de la confusión tiene más que ver con las sutiles diferencias externas entre 1X e IS-95 que con las características subyacentes de rendimiento tales como una mayor capacidad de voz y producción del sector.

*Desde su inicio, el camino de evolución de CDMA2000 estuvo diseñado para la migración "en banda", lo cual significa que los operadores podrían desplegar la tecnología en su espectro existente.*

Desde su inicio, el camino de evolución de CDMA2000 estuvo diseñado para una migración dentro de la misma banda de frecuencia (in-band migration), lo cual significa que los operadores desplegarían la tecnología dentro de su espectro existente, que probablemente estaba siendo usado para entregar servicios de voz de 2G. Por lo tanto, si la suposición era que hacía falta un nuevo "espectro de 3G" a fin de desplegar 3G, uno podría entender cómo se desarrolló este concepto falso, aun antes de que se desplegara la primera red 1X. Como se analizó antes, la UIT no exigió explícitamente que había que desplegar 3G en un nuevo espectro. Sin embargo, la UIT sí identificó un amplio rango de bandas de espectro, incluyendo las que ya se estaban usando para tecnologías de 2G, que los operadores de todo el mundo podrían usar para desplegar y ofrecer servicios 3G. Estas bandas de frecuencias incluyen:

- 806-960 MHz
- 1710-2025 MHz
- 2110-2200 MHz
- 2500-2690 MHz

Además, la recomendación de la UIT también permite a los gobiernos desplegar 3G en bandas que no sean las identificadas más arriba.

Tiene una serie de ventajas tener un camino evolucionista "in-band":

**Reutilización de hardware.** Los equipos de RF, tales como amplificadores, transmisores, receptores y filtros tienen que estar personalizados para la banda de frecuencia en la que operan. Al usar el mismo espectro que soporta servicios de 2G para desplegar 3G, una gran parte del equipo de 2G de un operador puede volver a utilizarse. Los principales proveedores de infraestructura CDMA ofrecen soluciones multiportadoras de RF, lo cual significa que una pieza de hardware dada (por ejemplo, un amplificador) puede soportar varias portadoras de RF, aunque una portadora sea 1X y otra EV-DO. Si los servicios de 2G y 3G fueran desplegados en diferentes bandas de frecuencia, no sería factible volver a utilizar los equipos, mucho menos usar el equipo para soportar simultáneamente servicios de 2G y 3G. Este atributo se analiza en más detalle en una sección posterior.

**Facilidad de la ingeniería de red.** Debido a leyes físicas, las tecnologías inalámbricas que están desplegadas en bandas de frecuencia más altas (bandas UMTS) no pueden transmitir a tanta distancia como las tecnologías inalámbricas desplegadas en bandas de frecuencia más



# La evolución de 3G

## Llevando CDMA2000 a la próxima década

CDMA Development Group

Octubre de 2005

bajas (bandas de 2G). Aunque las tecnologías 3G, incluyendo WCDMA, tienen características más avanzadas que pueden extender la cobertura (por ejemplo, mejorar el “presupuesto del enlace”), estas mejoras no son suficientes para permitir que un operador despliegue sus sitios de 3G donde están ubicados sus sitios de celdas (cell sites) de 2G existentes. En cambio, un operador tendría que desplegar celdas adicionales para rellenar brechas de cobertura que existirían debido a las frecuencias más altas usadas por sus redes de 3G que por las de 2G. Estas brechas de cobertura serían muy notables a medida que crece el tráfico 3G debido al fenómeno llamado “respiración de celdas”, en donde la cobertura ofrecida por un sitio de celdas basado en CDMA2000 o WCDMA en realidad se achica a medida que aumenta el tráfico de la red. Además de aumentar los gastos de capital de un operador, el requisito de más sitios de celdas en la nueva banda de frecuencia también hace que la ingeniería de red y la optimización sean más desafiantes y lleven más tiempo, mientras que los gastos operativos también serán superiores debido al mayor número de sitios de celdas en la red.

**Sin subastas obligatorias.** Los operadores europeos gastaron en total más de US\$130.000 millones en la “burbuja 3G” a fin de adquirir el espectro para desplegar servicios 3G. Aunque algunos operadores pueden haber necesitado el espectro para desplegar 3G, otros operadores con espectro sin usar no tuvieron la flexibilidad de usar su espectro de 2G para servicios de 3G. Al adoptar este enfoque, los gobiernos se beneficiaron de 3G bajo la forma de ayuda impositiva aun antes de que se desplegaran las redes. Como resultado de ello, una serie de operadores tuvieron muchos miles de millones de dólares en rojo antes de que se desplegara una estación base.

Desde comienzos de 2005 y durante 2006, estarán disponibles la infraestructura y los dispositivos WCDMA. A medida que el mercado para estas soluciones se desarrolle en los próximos años y a medida que los gobiernos disminuyan sus requisitos y permitan que se despliegue 3G en el “espectro de 2G”, estos operadores con el tiempo podrán reconocer ventajas similares que los operadores de CDMA ha estado experimentando desde el comienzo de la 3G. Sin embargo, estos operadores aún necesitarán una infraestructura RAN totalmente nueva ya que las estaciones base GSM no pueden retroajustarse para WCDMA.

#### *4.2 Manteniendo la portadora de 1.25 MHz*

Comenzando con IS-95 y siguiendo con por lo menos la Revisión B, 1X y EV-DO utilizan un canal de radio de 1.25 MHz para enviar tráfico de voz y datos desde la estación base a un dispositivo móvil y un canal de radio separado de 1.25 MHz para enviar tráfico de voz y datos del dispositivo móvil a la estación base. El camino desde la estación base al dispositivo móvil es denominado enlace directo o descendente, mientras que el camino desde el dispositivo móvil hasta la estación base es denominado enlace inverso o ascendente. El término usado para describir el tráfico que requiere frecuencias separadas para el enlace directo y el enlace inverso es FDD (Frequency Division Duplexing-Duplexación por División de Frecuencia), mientras que en un sistema basado en TDD (Time Division Duplexing-Duplexación por División de Tiempo), la misma portadora de radio soporta el tráfico del enlace directo y el enlace inverso, con un breve intervalo de tiempo usado para separar las transmisiones en cada dirección.

Mientras que las ventajas de retener una portadora de 1.25 MHz pueden no parecer obvias y dignas de mención, desde la perspectiva de un operador, las ventajas en realidad son muchas. El espectro es un recurso limitado y se vuelve aun más escaso a medida que aumenta el uso de la red, que a su vez significa que un operador está comprometiendo todo –si no todo– su espectro para soportar los servicios existentes.



# La evolución de 3G

## Llevando CDMA2000 a la próxima década

CDMA Development Group

Octubre de 2005

*El espectro es un recurso limitado y, a medida que aumenta el uso de la red, se vuelve más difícil liberar espectro para una nueva tecnología. Por ello, es ventajoso mantener una portadora de 1.25 MHz al migrar de IS-95 a 1X y EV-DO.*

Cuando un operador despliega una nueva tecnología (por ejemplo, 3G), debe liberar parte de su espectro y dedicarlo a la nueva tecnología, a menos que tenga algún espectro sin usar disponible. Por supuesto, el desafío consiste en que al liberar el espectro que ya está en uso, coloca una carga aun mayor en su espectro de 2G restante, lo cual, en última instancia, puede llevar a mayores índices de llamadas caídas, señales de red ocupada e insatisfacción de los clientes. Esto es particularmente predominante cuando no existe compatibilidad hacia atrás entre las dos tecnologías.

Cuando la nueva tecnología requiere una cantidad diferente (más amplia) de espectro, el problema se torna aun más desafiante ya que exige que un operador libere más espectro y desplace varias portadoras de RF. Para los operadores de GSM que migran a WCDMA, es una especie de trampa sin salida ya que, si bien WCDMA soporta más capacidad de voz que GSM, es posible que los operadores no tengan espectro suficiente para liberar sin degradar seriamente su red de 2G; WCDMA utiliza un canal FDD de 5 MHz y GSM utiliza un canal FDD de 200 kHz, lo cual equivale a aproximadamente 25 portadoras de radio de GSM en una sola portadora de radio de WCDMA. Además, aunque el espectro esté disponible, el operador quizá deba reasignar frecuencias a través de su red de estaciones radiobase a fin de reunir 5 MHz de espectro contiguo.

En este caso, el problema se magnifica ya que WCDMA no es compatible hacia atrás con GSM sin el uso de dispositivos móviles WCDMA/GSM multimodo. Esto significa que a menos que el operador pueda aumentar rápidamente su base de abonados 3G, por ejemplo, a través del uso de grandes subsidios para terminales, la capacidad de voz adicional que es posible en su red de 3G [WCDMA] no se realizaría ya que sus abonados estarían usando la red de 2G [GSM]. Recordemos que con 1X, los terminales son compatibles hacia delante y hacia atrás con IS-95, que no es el caso de WCDMA y GSM.

Como se indicó anteriormente, IS-95, 1X y EV-DO usan 1.25 MHz de espectro FDD. Además, dadas las características especiales de los sistemas basados en CDMA, incluyendo WCDMA, cada frecuencia activa puede potencialmente asignarse a cada sitio de celdas en la red de un operador. Este esquema de reutilización de frecuencia ( $N = 1$ ) no se logra fácilmente con sistemas basados en TDMA, tales como GSM. Por ello, un operador de CDMA sólo tiene que liberar una portadora de RF para desplegar una nueva tecnología (por ejemplo, EV-DO). A la inversa, los operadores de GSM que están desplegando un sistema WCDMA "in-band" tendrían no sólo que encontrar y asignar 5 MHz de espectro contiguo, sino que también tendrían que diseñar un esquema de reutilización de frecuencia enteramente nuevo con sus restantes portadoras de RF a fin de asegurarse de que no se desarrolle una interferencia entre celdas en su red GSM. Como se analizará en la próxima sección, la compatibilidad hacia atrás hace que la transición a 3G sea aun más simple.

### *4.3 Compatibilidad hacia atrás y hacia delante*

Quizá la característica más convincente de la evolución de CDMA2000 es que, además de una mayor capacidad de voz y de soportar aplicaciones de datos, es en gran medida compatible hacia atrás y hacia delante. ¿Qué es la compatibilidad hacia atrás y hacia delante y por qué es ventajosa para un operador?

Compatibilidad directa significa que se puede desplegar una tecnología nueva en la red de un operador y que los dispositivos móviles basados en una "tecnología previa" aún continuarán operando con la nueva tecnología como si nada hubiera sucedido. A la inversa, los dispositivos



# La evolución de 3G

## Llevando CDMA2000 a la próxima década

CDMA Development Group

Octubre de 2005

móviles que se basan en una tecnología nueva continuarán funcionando en redes que se basen en una tecnología previa; a esto se lo denomina compatibilidad backward (hacia atrás). Esta característica de compatibilidad bidireccional es sumamente atractiva para un operador que está limitado por un espectro, o para un operador que quiere evolucionar de los servicios 2G a 3G en etapas.

Sobre el caso en cuestión, Sprint Nextel (Sprint PCS en ese momento) comenzó a vender teléfonos 1X a fines de 2002, pero no lanzó los servicios CDMA2000 en todo el país hasta principios del otoño de 2003. Al elegir este enfoque, Sprint Nextel pudo sembrar el mercado con teléfonos 3G, por lo que cuando lanzó los servicios 3G pudo cosechar de inmediato los beneficios de capacidad de voz que ofrece CDMA2000. Igualmente importante es el hecho de que cuando Sprint Nextel lanzó 1X, los teléfonos IS-95 existentes que ya estaban en su red tenían una capacidad de operación completa en un operador de radio de 3G, aunque esos teléfonos se basaban en una tecnología de 2G. Como resultado, el operador de radio 1X no quedaba sin uso si no había teléfonos de 3G.

Debe notarse, que el Release 0 de EV-DO no es compatible hacia atrás con 1X o IS-95. Se tomo este enfoque para beneficiarse de una red todo IP y para maximizar el rendimiento de una red todo datos sin tener que soportar los servicios de voz conmutados por circuitos (por ej, 1xEV-DV). Sin embargo, EV-DO mantiene la compatibilidad hacia atrás mediante el uso de dispositivos multimodo que soportan EV-DO, 1X e IS-95. Como resultado, un dispositivo móvil de EV-DO puede operar en forma ininterrumpida entre EV-DO, donde puede beneficiarse de las capacidades mejoradas de datos de la tecnología, y 1X, donde los servicios y las aplicaciones EV-DO aún están disponibles, aunque con características de rendimiento 1X.

En ese aspecto, el WCDMA es comparable desde el punto de vista de los dispositivos, puesto que los dispositivos multimodo WEDGE (WCDMA + EDGE/GPRS/GSM) soportan la continuidad de los servicios entre los límites de la red 3G y 2G. No obstante, la diferencia primaria se encuentra en cuanto a la infraestructura de la red, dado que WCDMA y EDGE/GPRS/GSM potencialmente requieren diferentes bloques de espectro y podrían exigir un equipo RAN autónomo, lo que incrementaría el costo y la complejidad de las redes.

*Debido a que la compatibilidad hacia atrás y directa permanecen intactas, los operadores de CDMA tienen flexibilidad para elegir cómo, cuándo y dónde desarrollar sus redes sin preocuparse por interferir en el servicio*

Una vez que el operador ha desplegado Release 0 de EV-DO, la evolución a Revisión A y Revisión B de EV-DO tiene una total compatibilidad hacia atrás y directa y se vuelve a usar una gran cantidad de hardware dentro de la infraestructura de la red. Debido a que la compatibilidad hacia atrás y directa permanecen intactas, los operadores de CDMA tienen flexibilidad para elegir cómo, cuándo y dónde desarrollar sus redes sin preocuparse por interferir en el servicio de los abonados. Con esta flexibilidad, un operador podría mejorar toda su red Release 0 de EV-DO a Revisión A (Revisión B), lo que le permitiría beneficiarse con las características mejoradas relacionadas con las últimas revisiones a la vez que continuaría soportando los dispositivos móviles Release 0 existentes. En forma alternativa, el operador podría migrar porciones de su red EV-DO a Revisión A (Revisión B) basado en sus requerimientos particulares y proporcionar un roaming ininterrumpido para los dispositivos EV-DO entre Revisión A (Revisión B), Release 0 de EV-DO, e incluso a 1X/IS-95 con el empleo de dispositivos multimodo.



# La evolución de 3G

## Llevando CDMA2000 a la próxima década

CDMA Development Group

Octubre de 2005

### 5.0 Impacto en la infraestructura de la red

En la sección anterior, se destacaron las ventajas de la compatibilidad hacia atrás y directa desde el punto de vista de los servicios de red y de los dispositivos móviles. En esta sección, analizaremos el impacto de la evolución en la infraestructura de red CDMA de un operador.

#### 5.1 Red de acceso a la radio (RAN-Radio Access Network)

Para cada etapa de la migración, hay una gran cantidad de hardware que se vuelve a utilizar en la RAN, y sólo se hacen agregados modestos de hardware (en gran medida, tarjetas) y/o software nuevo.

##### 5.1.1 1X a EV-DO Release 0

El grado en el cual un operador decide reemplazar en vez de reutilizar el hardware que tiene se basa en una serie de factores, entre ellos la longevidad del equipo. Sin embargo, la evolución 1X y EV-DO soportan un grado muy alto de reutilización de hardware y de flexibilidad acerca de cómo se puede emplear dicho hardware.

Por ejemplo, a fin de finalizar el paso de 1X a EV-DO Release 0, la única modificación a la estación base 1X es agregar una nueva tarjeta de EV-DO, que es responsable de procesar la señal EV-DO. Debido a que la mayoría de los OEM (Original Equipment Manufacturer - Fabricante Original de Equipamiento) ofrecen amplificadores de potencia multiportadora (MCPA) y radios multiportadoras que simultáneamente soportan 1X y EV-DO, es posible que no se requieran nuevos subsistemas de RF y MCPA, a menos que el subsistema RF/PA existente en la estación base heredada ya esté completamente utilizado. Además de una nueva tarjeta en cada estación base, se requiere un nuevo RNC (Radio Network Controller -Controlador de Red de Radio) para el control de llamadas de EV-DO y para administrar las transferencias entre celdas (cell handoffs) entre estaciones base de EV-DO. Habitualmente, un único RNC puede soportar hasta varios cientos de estaciones base, lo que significa que es sumamente escalable.

Aunque la mayoría de los operadores de CDMA ya han comenzado o incluso finalizado la evolución a 3G, vale la pena destacar que la transición de la 2G (IS-95) a la 3G (1X) también es simple, el único requisito del RAN es que tenga una tarjeta 1X nueva que pueda incluirse simultáneamente con la tarjeta IS-95A/B ya incorporada. De hecho, incluso se puede concebir que tarjetas IS-95A/B, 1X y EV-DO puedan colocarse en forma adyacente entre sí dentro de la misma estación base y compartan en forma simultánea muchos elementos dentro de la estación base.

##### 5.1.2 De EV-DO Release 0 a Revisión A

Aquellos operadores de CDMA que ya se han comprometido con EV-DO o que ya lo han desplegado, se deben concentrar en el impacto que causará a sus redes cuando pasen a la Revisión A. Otra vez, la migración es relativamente simple, y se puede decir que incluso es más fácil que la migración de 1X a EV-DO Release 0.

Comenzando con KDDI a fines de 2005 y continuando en 2006 en otros países, los operadores sembrarán sus redes con tarjetas EV-DO Revisión A. Como sucedió en la migración de 1X a EV-DO Release 0, estas nuevas tarjetas pueden insertarse al lado de las tarjetas 1X y EV-DO Release 0 y pueden compartir muchos de los elementos de la misma estación base.

*La evolución 1X y EV-DO soportan un grado muy alto de reutilización del hardware y dan flexibilidad acerca de cómo se puede emplear dicho hardware*



# La evolución de 3G

## Llevando CDMA2000 a la próxima década

CDMA Development Group

Octubre de 2005

Al principio, estas tarjetas nuevas sólo soportarán la funcionalidad Release 0, pero cuando el software Revisión A esté disponible hacia fines de 2006, los operadores podrán actualizar estas tarjetas con el nuevo software y comenzarán a beneficiarse de las muchas características y aplicaciones que posibilita la Revisión A. Esta estrategia les permite a los operadores continuar con sus planes EV-DO sin tener que esperar el software de la Revisión A y luego pasar rápidamente a la revisión posterior –literalmente, de la noche a la mañana, si se lo desea. Otra vez, esta rápida transición sólo sería posible con compatibilidades hacia atrás y directa ininterrumpidas entre la Revisión A y el Release 0, en que los dispositivos móviles no se ven afectados por la transición.

### *5.1.3 De EV-DO Revisión A a EV-DO Revisión B*

A primera vista, las características de rendimiento de la Revisión B, entre ellas la capacidad de soportar hasta 46.5 Mbps en el enlace directo (73.5 Mbps con 64-QAM), sugerirían que se podría necesitar un importante cambio de hardware y que los dispositivos móviles EV-DO existentes no funcionarían en una red de Revisión B. Sin embargo, esto no es así.

La mejora de Revisión A a Revisión B puede requerir una nueva tarjeta de canal o podría requerir algo tan simple como una mera mejora del software, lo que significa que, desde la perspectiva de la red, las tarjetas de canal de la Revisión A pueden volver a utilizarse, aunque se les debe instalar nuevo software. La Revisión B lógicamente combina hasta quince portadoras Revisión A de EV-DO por sobre la capa física (PHY layer) mediante software; sin embargo, no los combina físicamente, por lo que se preserva la integridad de cada portadora de 1.25 MHz. Al elegir este enfoque, el operador puede combinar de dos a tres portadoras de la Revisión A para crear una solución de Revisión B que soporte hasta 9.3 Mbps (14.7 Mbps con 64-QAM) y, a la vez, usar cada portadora para brindar servicios de Revisión A y Release 0 mediante tres portadoras de 1.25 MHz; hay que notar que un sistema basado en 64-QAM requeriría una mejora del hardware. Se preserva la compatibilidad directa y hacia atrás en el nivel de la infraestructura.

Hay otra ventaja sutil aunque crítica, de corto plazo, que se obtiene al no combinar físicamente las portadoras de RF para crear “súper canales”. Al no combinar físicamente estos canales, las portadoras de radio de 1.25 MHz predeterminadas no tienen que estar adyacentes entre sí en la banda del espectro. Para los operadores que tienen escasez de espectro, esta puede ser una ventaja tremenda, puesto que estos operadores no tendrían que reincorporar sus portadoras de RF EV-DO y 1X para agrupar las portadoras de EV-DO.

La Revisión B requiere nuevos dispositivos móviles con múltiples vías de transmisión y/o recepción para lograr tasas de datos más altas. Sin embargo, los dispositivos móviles de Revisión A y Release 0 aún serían totalmente compatibles con la nueva revisión mientras que los dispositivos móviles de la Revisión B también funcionarían en una red de Revisión A o Release 0. Desde la perspectiva del dispositivo móvil, la compatibilidad directa o hacia atrás se preserva.

### *5.2 Evolución de la red central*

Es importante darse cuenta que la RAN (Radio Access Network) y la CN (Core Network) no tienen que evolucionar juntas, y que se emplean estándares separados para definir los requerimientos y las especificaciones técnicas de la RAN y la CN. Como la migración de la RAN de 1X y EV-DO, la migración de la CN es relativamente directa con una vía de migración clara a una arquitectura de conmutación y de transporte central todo IP que soporta aplicaciones



# La evolución de 3G

## Llevando CDMA2000 a la próxima década

CDMA Development Group

Octubre de 2005

y servicios MMD (Multimedia Domain – Dominio Multimedia).

El core network de WCDMA y su vía de migración bien pueden compararse con los nuevos elementos de la red requeridos para soportar servicios de paquetes (por ej. GPRS y luego WCDMA). De hecho, el 3GPP2 (Third Generation Partner Project 2) ha reconocido el trabajo que el 3GPP (Third Generation Partner Project) ha realizado con IMS (IP Multimedia Subsystem – Subsistema Multimedia de IP) y lo ha adoptado en gran medida, aunque con modificaciones modestas para soportar necesidades específicas.

### *5.2.1 De IS-95 a 1X y EV-DO*

En el core network, se requieren elementos de hardware nuevos, entre ellos el PDSN (Packet Data Server Node), FA (Foreign Agent), AAA (Authentication, Authorization and Accounting Server) y HA (Home Agent) al migrar de IS-95 a 1X para soportar los servicios de datos 1X. Sin embargo, en su ausencia, el operador aún puede utilizar 1X para mejoras en la capacidad de voz y luego desplegar la red central del paquete cuando esté lista para comenzar a ofrecer servicios de datos. Cuando un operador despliega EV-DO, los mismos elementos del core network vuelven a usarse, aunque es probable que el operador aumente su capacidad backhaul para que coincida con las capacidades del enlace aéreo de rendimiento más alto.

### *5.2.2 Transición al dominio multimedia del IP*

Hasta hace poco, los sistemas de comunicación móviles (por ej., 1G, 2G y 3G) carecían de las capacidades para soportar un core network totalmente IP. Como resultado, los servicios en tiempo real como la voz eran manejados por una red conmutada por circuitos, mientras que las aplicaciones menos sensibles al tiempo eran manejadas por una red central de paquete de datos (por ejemplo, transporte y ruteo IP). Como ejemplo, la característica de la telefonía con vídeo de WCDMA en realidad es una conexión conmutada por circuitos de 64 kbps, aunque se considere que la aplicación de telefonía con vídeo es una “aplicación de datos”.

Con la introducción de EV-DO Revisión A y su capacidad inherente para soportar QoS (Quality of Service) y aplicaciones de baja latencia en una RAN basada en el IP, ahora resulta posible extender el IP a todo el acceso radial y al core network, y ofrecer aplicaciones sensibles al tiempo real y no real en la misma red de paquetes.

Desde el punto de vista del operador, se trata de una propuesta muy atractiva, ya que con el tiempo puede migrar su tráfico de voz y de datos a una red más escalable (todo-IP) y efectivamente “apagar” o, al menos, reducir, su red conmutada por circuitos. Además de reducir gastos de capital y gastos de operación, es posible integrar los servicios de voz y de datos en forma ininterrumpida para brindar a los abonados una experiencia multimedia más convincente.

A lo largo de los últimos dieciocho meses, se ha prestado mucha atención, con razón, al IMS (IP Multimedia Subsystem), característica del Release 5 dentro del estándar 3GPP (WCDMA). Como muchos de los miembros de 3GPP2 también soportan el desarrollo de los estándares 3GPP y el trabajo que realiza la IETF (Internet Engineering Task Force), se tomó la decisión de respaldar este trabajo y adoptarlo dentro de 3GPP2, aunque con sutiles diferencias. Así, la evolución de 1X y de EVDO bien puede compararse con la evolución de 3GPP dentro del core network.

*La evolución de 1X y de EVDO bien puede compararse con la evolución de 3GPP dentro del core network*



# La evolución de 3G

## Llevando CDMA2000 a la próxima década

CDMA Development Group

Octubre de 2005

Además de una arquitectura de red que se basa en el SIP (Session Initiation Protocol), y en la cual el tráfico de señalización y el portador están separados para un uso más efectivo de los recursos de la red, el MMD soporta la convergencia a través de múltiples tecnologías de acceso, entre ellas la WLAN (Wireless Local Area Network), WWAN (Wireless Wide Area Network) y línea fija. Los operadores también pueden apoyar el MMD para ofrecer nuevos servicios, entre ellos:

- Presionar para hablar/ver (Push-to-talk/see)
- Telefonía con vídeo
- Conferencia multimedia
- Juegos persona a persona
- Espectáculos y acontecimientos interactivos

El MMD no es un requisito, y los operadores podrían mejorar el RAN de la Revisión A de EV-DO para sacar provecho de sus mejoras sin desarrollar completamente sus capacidades en toda la red. Sin embargo, es probable que finalmente los operadores pasen a un core network totalmente IP que soporte MMD.



# La evolución de 3G

## Llevando CDMA2000 a la próxima década

CDMA Development Group

Octubre de 2005

### 6.0 Características técnicas y de rendimiento de 1X y EV-DO

Hasta ahora, este informe se ha concentrado en lo fácil que resulta migrar entre IS-95, 1X y posteriores revisiones de EV-DO. En esta sección, se describirán y compararán las características de rendimiento de CDMA2000 en relación con otras tecnologías 3G ampliamente disponibles.

#### 6.1 1X

Desde el punto de vista del espectro, 1X es la tecnología 3G más eficiente para la voz conmutada por circuito, y proporciona casi el doble de capacidad de voz respecto de IS-95. Sin embargo, la transición de IS-95 a 1X puede ser tan fácil como insertar una nueva tarjeta en una estación base existente e instalar nuevo software en el BSC (Base Station Controller).

Sobre la base de información disponible de una gran cantidad de operadores de CDMA, IS-95 puede soportar aproximadamente 20 llamadas de voz por sector en un canal de radio FDD (Frequency Division Duplex) de 1.25 MHz. Hay datos que sugieren que el número real es modestamente más alto, pero por razones conservadoras, se utiliza un número menor. En la misma cantidad de espectro, 1X fácilmente puede soportar 33-35 llamadas de voz simultáneas, aunque algunos operadores sostienen que el número real se aproxima más a 38-40 llamadas de voz por 1.25 MHz; mucho depende de cómo está desplegada y optimizada la red como también de la distribución del tráfico de voz dentro de la celda.

Usando 34 llamadas de voz como estimativo conservador, 1X aumenta la capacidad de voz en un 70% sobre IS-95, y gran parte de esa ganancia se le atribuye a las mejoras en el control de potencia que reduce el ruido de fondo e incrementa la capacidad en una red basada en CDMA. El aumento en la capacidad de voz, en sí mismo, es convincente para un operador que está buscando reducir sus gastos de capital y, no obstante, satisfacer las demandas de un mayor uso de la red. Según se informa, un nuevo codec, denominado 4GV, puede aumentar la capacidad de voz en otro 40%.

A modo de comparación, los simulacros sugieren que WCDMA puede soportar aproximadamente 60 llamadas de voz en un canal de 5 MHz con una tasa de codec estándar de 12.2 kbps, y entre 106 y 130 llamadas de voz con AMR5.9 (a codec 5.9 kbps). El codec AMR5.9 no se usa en forma generalizada en este momento, y no está claro si el impacto en la calidad de voz será aceptable para los abonados. No obstante, las cifras proporcionadas por operadores fijan la cantidad real de llamadas de voz simultáneas en una red WCDMA del mundo real en casi un 50% menos. No está claro por qué sucede esto, pero a manera de ejemplo se supone que los números teóricos pueden lograrse con el tiempo, quizá mediante la optimización de la red.

En la siguiente figura, la capacidad de voz de WCDMA y de 1X se comparan codo a codo. A fin de normalizar los datos, se supuso que había tres portadores 1X de 1.25 MHz y una banda de seguridad de 1.25 MHz desplegados en el canal 5 MHz. Esta comparación, que descuenta la disparidad entre el rendimiento de WCDMA en el mundo real y los simulacros, sugiere que la capacidad de voz de 1X excede la de WCDMA. Signals Research Group LLC validó los datos presentados en la figura 6 mediante conversaciones con operadores y con organizaciones que están alineadas exclusivamente con WCDMA.



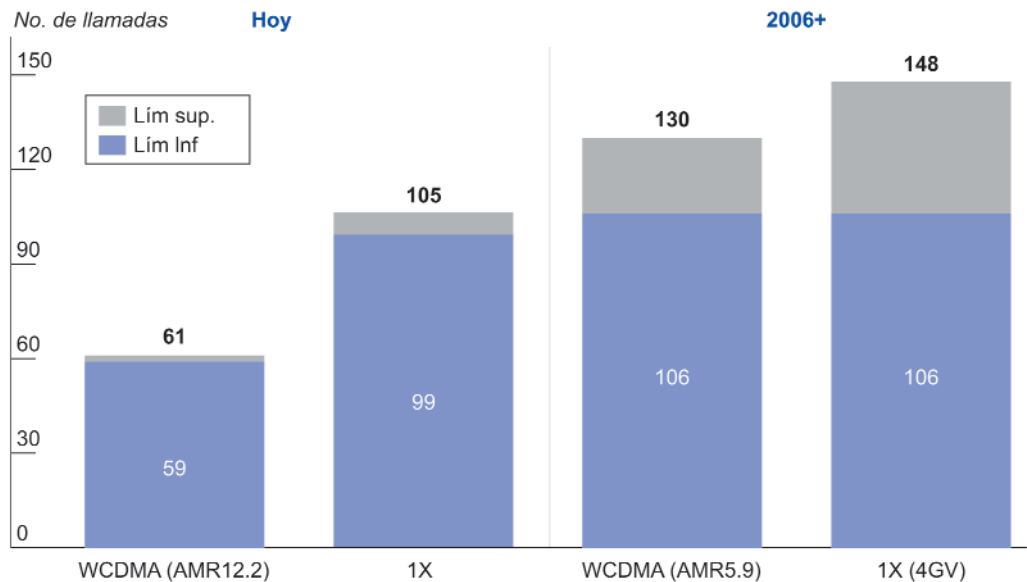
# La evolución de 3G

## Llevando CDMA2000 a la próxima década

CDMA Development Group

Octubre de 2005

Figura 6. Capacidad de voz de 1X y WCDMA en un canal de 5 MHz



Fuente: Signals Research Group, LLC y CDG

Sin embargo, la mayoría de los operadores también están usando 1X para ofrecer servicios de datos básicos. En ese aspecto, 1X soporta las tasas de datos pico bidireccionales de 153 kbps en la capa física, y los operadores publicitan tasas de datos típicas de 40-60 kbps. Si bien estas tasas publicadas casi siempre pueden alcanzarse, las tasas de datos promedio de 100-120 kbps son muy probables en una red comercial (nota: las tasas de datos teóricas están en la capa física, mientras que las tasas de datos medidas/publicadas están en la capa de aplicación).

Aunque 1X es más que aceptable para el uso de datos básicos, incluyendo el servicio BREW de Verizon y el servicio NATE de SK Telecom, no fue diseñado para soportar las tasas de datos más altas que normalmente se asocian con un servicio inalámbrico de banda ancha. Véase EV-DO Release 0.

### 6.2 EV-DO Release 0

EV-DO Release 0 soporta tasas de datos pico de 2.4 Mbps en el enlace directo y 153 kbps en el enlace inverso. En términos de rendimiento del sector, esto equivale a estimativos teóricos de hasta 870 kbps y 325 kbps, respectivamente, en 1.25 MHz. Los datos de los operadores que ya han desplegado EV-DO sugieren que estas cifras pueden alcanzarse, con 730 kbps en el extremo inferior de los resultados, mientras que otros operadores están alcanzando más de 800 kbps de rendimiento promedio en el enlace directo.

EV-DO Release 0 introduce una interfaz aérea totalmente nueva con características técnicas que están específicamente diseñadas para mejorar el rendimiento de la red todo datos. Entre estas características, exclusivas del enlace directo de la interfaz aérea, se incluyen:

**EV-DO Release 0** introduce una interfaz aérea totalmente nueva con características técnicas que están específicamente diseñadas para mejorar el rendimiento de la red en datos



# La evolución de 3G

## Llevando CDMA2000 a la próxima década

CDMA Development Group

Octubre de 2005

**Time División Multiplexing (TDM)** (Multiplexación por división de tiempo): Sólo un usuario tiene acceso a la red en un momento dado, lo que significa que la potencia total de la estación base puede dedicarse a un usuario. Debido a la rápida conmutación entre usuarios activos (~1.6ms), la característica TDM es imposible de detectar, incluso con aplicaciones en tiempo real. Al dedicar la potencia a un usuario único, se mejora el nivel C/I (carrier/interface - portador/interfaz), y un mayor C/I equivale a una señal de mejor calidad y tasas de datos más rápidas.

**Higher Modulation Schemes** (Esquemas de modulación más alta): EV-DO soporta hasta 16-QAM (16-Quadrature Amplitude Modulation) en el enlace directo, lo que significa que se pueden codificar hasta 16 bits de información en el mismo tiempo/espacio. 1X está limitado a BPSK (Binary Phase Shift Key) que sólo soporta 2 bits de información dentro del mismo límite de tiempo/espacio.

**Adaptive Modulation and Coding** (Codificación y Modulación Adaptativa): Además de soportar un esquema de modulación más alto, el enlace aéreo de EV-DO puede cambiar rápidamente entre esquemas de modulación, y así maximizar el rendimiento para una calidad de enlace aéreo dada (C/I). Esta característica es particularmente importante debido a que la calidad del enlace aéreo cambia en forma constante debido a los efectos de desvanecimiento o multivía, como también a la presencia de otros usuarios.

**Hybrid ARQ** (ARQ Híbrido): El Hybrid ARQ (Automatic Repeat Request) o HARQ, es un proceso que se emplea para limitar la retransmisión de paquetes de datos. Específicamente, el sistema EV-DO intenta proporcionar la tasa de datos más alta posible para una relación C/I dada. Debido a que el C/I podría empeorar entre el momento de la medición y el momento en que se supone que el paquete debe llegar al dispositivo, la redundancia de los datos también se transmite. Si bien esta redundancia asegura que los datos lleguen al extremo receptor, también puede provocar cierta ineficacia en la red, en especial cuando esa redundancia no es necesaria. Con HARQ, la estación base puede dejar de transmitir la información redundante una vez que el dispositivo móvil ha decodificado el paquete con éxito (es decir, que no necesita la información redundante). Si no hubiera HARQ, se tendría que transmitir todo el paquete, incluso si éste ya hubiera sido decodificado con éxito. HSDPA también usa HARQ en el enlace directo.

**Virtual Soft Handoffs Virtual:** Habitualmente, en una red basada en CDMA un dispositivo móvil se comunica en forma simultánea con múltiples sitios de celdas cuando pasa de celda en celda. Aunque este proceso, denominado soft handoffs, asegura un handoff seguro e ininterrumpido, también provoca cierta ineficacia en la red, puesto que se emplean múltiples recursos de la red para soportar el mismo tráfico del usuario. Con EV-DO, los soft handoffs no se utilizan en el enlace directo, aunque aún se emplean en el enlace inverso. En cambio, hay un mecanismo donde el dispositivo mide el C/I para cada uno de los sectores que ve y determina cuál es el mejor sector que le podría servir en cualquier momento dado. Cuando el dispositivo detecta que hay otro sector que tiene un C/I más alto, le transmite a la red que quiere ser servido por el sector con C/I más alto.

**Diversidad de recepción:** Si bien no es un requerimiento, los dispositivos móviles EV-DO pueden usar diversidad de recepción (dos cadenas de recepción separadas con antenas relacionadas) para mejorar la señal y así mejorar el C/I (y la velocidad de datos). Al usar diversidad de recepción en el enlace directo, el rendimiento del sector puede aumentar a 1.24 Mbps, suponiendo que todos los dispositivos de ese sector lo soporten. Diversidad de



# La evolución de 3G

## Llevando CDMA2000 a la próxima década

CDMA Development Group

Octubre de 2005

recepción no es específica de EV-DO; no obstante, se la introdujo por primera vez con el Release 0 y también será introducida con WCDMA y 1X. La diversidad de recepción ya fue implementada en todas las terminales vendidas en el Japón y la mayoría de las tarjetas de datos de EV-DO también la soportan.

Como se sugirió anteriormente, la interfaz aérea Release 0 en el enlace inverso en gran medida permanece igual a 1X. Como resultado, hay muy poca diferencia en el rendimiento relativo a 1X. Dicho esto, la experiencia del usuario ha demostrado que las velocidades de transmisión de datos de EV-DO en el enlace inverso por lo general son mucho mejores que las de 1X, y es probable que la carga de la red sea la mejor explicación del fenómeno.

Las velocidades de transmisión de datos pico de WCDMA, basadas en una implementación de Release '99, son de 384 kbps en el enlace directo y de 64-128 kbps en el enlace inverso, dependiendo de las capacidades del dispositivo móvil y del chipset. Desde la perspectiva del abonado, esto se compara con tasas de datos promedio de aproximadamente 200 kbps y 60 kbps, respectivamente. El rendimiento general de la red, tal como lo determina el rendimiento del sector de enlace directo, actualmente es de 750 kbps en un canal FDD de 5 MHz, aunque podría mejorar con el tiempo con la optimización de la red. HSDPA (High Speed Downlink Packet Access), que debería introducirse en América del Norte a fines de 2005 y en otras regiones en 2006-2007, supuestamente duplica o triplica la eficacia de la red.

Desde la perspectiva del rendimiento, EV-DO es muy superior al de 1X y mucho mejor que WCDMA. No obstante, hay limitaciones relacionadas con EV-DO que le impedirían ser adecuado para aplicaciones en tiempo real, como el VoIP, y para aplicaciones que requieren un ancho de banda significativo en el enlace inverso (por ejemplo, la transmisión de un archivo grande). Véase Revisión A.

### *6.3 EV-DO Revisión A*

La Revisión A de EV-DO (TIA-856-A) es la primera de una serie de mejoras planificadas para EV-DO Release 0. En síntesis, la Revisión A introduce mejoras modestas en la capacidad del enlace directo, soporte total a las aplicaciones en tiempo real y QoS, y un enlace inverso muy mejorado.

Las diferencias primarias entre Release 0 y Revisión A de EV-DO incluyen:

- Enlace inverso mejorado (tasa pico y rendimiento del sector)
- Mecanismos QoS avanzados
- Platinum Multicast

#### *6.3.1 Enlace directo de EV-DO Revisión A*

Las mejoras en el enlace directo incluyen un aumento en la velocidad de transmisión de datos pico de 2.4 Mbps (Release 0) a 3.1 Mbps y un aumento en el rendimiento del sector de 2.6 Mbps a hasta 3.15 Mbps en 5 MHz. Con la diversidad 2-Rx (recepción bidireccional), que requiere dos cadenas de recepción en los dispositivos móviles, el rendimiento del enlace directo en un sector de 5 MHz, basado en simulacros, debería aumentar de 3.7 Mbps a hasta 4.5 Mbps. Esta información se presenta en la Figura 7.



# La evolución de 3G

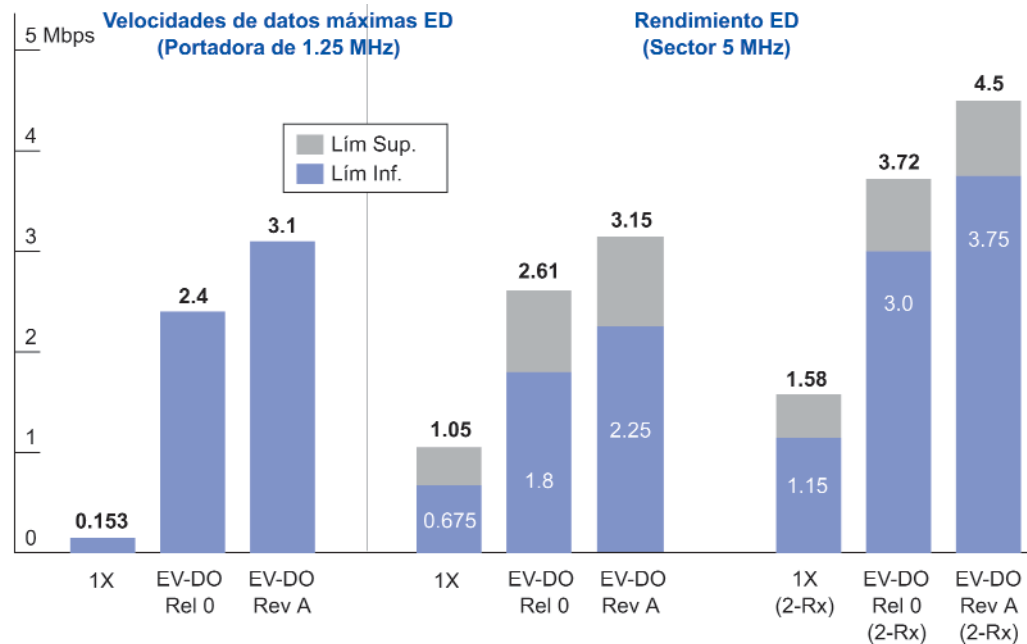
## Llevando CDMA2000 a la próxima década

CDMA Development Group

Octubre de 2005

Las mejoras en el enlace directo de la Revisión A se logran principalmente mediante una mejor velocidad, y cuantización y ecualización del paquete, que mejora la relación C/I, como también la introducción de un nuevo tipo de paquete con un formato de transmisión que soporta la velocidad de transmisión de datos pico de 3.1 Mbps. Además, las mayores capacidades de rendimiento en el enlace inverso mejoran indirectamente las tasas de datos del enlace directo reduciendo el tiempo de respuesta de los mensajes de acuse de recibo para los paquetes que se envían en el enlace directo. Los límites superior e inferior de la Figura 7 y de las figuras posteriores se basan en la contribución de los miembros de CDG (CDMA Development Group).

**Figura 7. Comparaciones de 1X y EV-DO (Enlace Directo)**



Fuente: CDG

### 6.3.2 Enlace inverso de EV-DO Revisión A

La Revisión A ofrece una mejora significativa en el rendimiento del sector, tasas de datos pico y promedio esperadas del usuario en el enlace inverso. Basada en un modelo, que es soportado por los constituyentes del 3GPP2, la Revisión A mejora la velocidad de transmisión de datos pico del enlace inverso de 153 kbps a 1.8 Mbps, y el rendimiento del sector de 0.948 Mbps a 1.62 Mbps en 5 MHz. Con la diversidad 4-Rx, que requiere cuatro cadenas Rx y antenas asociadas en la estación base, se estima que el rendimiento del sector enlace inverso asciende a 3.92 Mbps. La diversidad 4-Rx no está relacionada específicamente con la Revisión A, pero está siendo implementada por primera vez con esta revisión.

La tecnología equivalente en la vía de migración de WCDMA es HSUPA. Dependiendo de la infraestructura y la disponibilidad del dispositivo/chipset, la tecnología ya podría estar lista a principios de 2008.



# La evolución de 3G

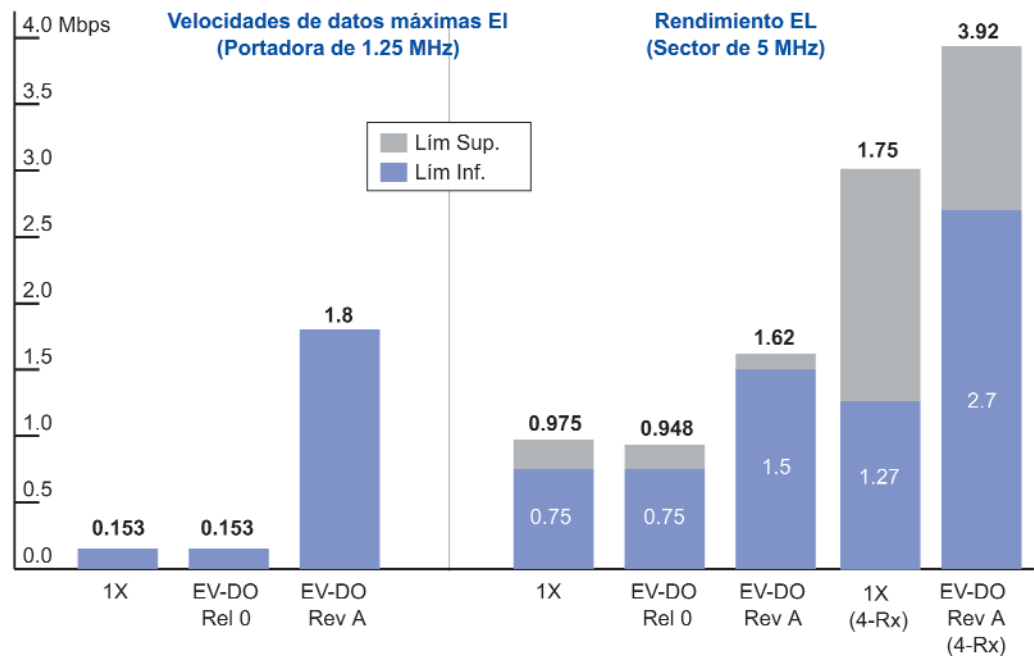
## Llevando CDMA2000 a la próxima década

CDMA Development Group

Octubre de 2005

La mejora en el rendimiento de enlace inverso se logra mediante el uso de esquemas de modulación más altos y paquetes más grandes, diversidad de recepción de 4 ramas, ARQ Híbrido, paquetes más pequeños, PIC (Pilot Interface Cancellation) y, finalmente, TIC (Traffic Interference Cancellation).

**Figura 8. Comparaciones de 1X y EV-DO (Enlace Inverso)**



Fuente: CDG

**Esquemas de Modulación más alta:** La Revisión A introduce los esquemas de modulación QPSK (Quadrature Phase Shift Key) y 8-PSK (Eight Phase Shift Key) en el enlace inverso. Previamente, el enlace inverso sólo usaba BPSK (Binary Phase Shift Key). Ambos esquemas de modulación recientemente introducidos ya estaban presentes en el enlace directo de EV-DO Release 0 y también prevalecen en otros estándares inalámbricos, como el EDGE, lo que significa que no son necesariamente exclusivos de los sistemas basados en CDMA.

Como todas las tecnologías, el desafío es poder soportar los esquemas de modulación más altos. Si el enlace aéreo no es de suficiente calidad, la mayor cantidad de bits no puede ser soportada sin retransmisiones o bits de corrección de error, lo que incrementa la tara y reduce las tasas de datos "reales" que los usuarios observan. Dicho de otra manera, a menos que se introduzcan otros cambios, el uso de un esquema de modulación más alto en sí mismo sólo tendrá un modesto impacto en el rendimiento de la red. Los cambios en el enlace aéreo que tendrán como resultado un mejor enlace inverso y, por tanto, la capacidad de soportar los esquemas de modulación más altos, son abordados por otras mejoras en el enlace inverso (ver a continuación).



# La evolución de 3G

## Llevando CDMA2000 a la próxima década

CDMA Development Group

Octubre de 2005

**Diversidad de recepción:** Las estaciones base de la Revisión A soportan una diversidad de recepción de cuatro ramas en el enlace inverso. La diversidad de recepción de cuatro ramas requiere cuatro cadenas de recepción y antenas asociadas por sector en 1.25 MHz, aunque el uso de antenas cruzadas polarizadas puede reducir la cantidad de antenas necesarias a dos; no obstante, aún se requerirán cuatro cables de antena. Debido a que cuatro antenas reciben la señal, la capacidad del sistema de extraer la señal del ruido se ve mejorada, en particular cuando hay desvanecimiento y multivía. El resultado neto es un C/I (carrier/interference ratio) mejorado y una duplicación en el rendimiento del sector de enlace inverso.

**Hybrid ARQ:** Con la Revisión A, el Hybrid ARQ se emplea en el enlace directo y en el enlace inverso (ver sección anterior). Los mismos principios básicos sobre cómo funciona el HARQ se aplican también en el enlace inverso. HSUPA también utiliza HARQ.

**Cuantización del paquete:** La Revisión A usa doce “tipos” diferentes de paquetes en el enlace inverso, de los cuales un paquete se caracteriza por su carga útil (número de bits de datos) y el esquema de modulación que se aplica. Por lo tanto, el sistema permite numerosas opciones de velocidades de transmisión de datos disponibles (4.8 kbps a 1.8 Mbps), de manera que se asegura que la velocidad más alta esté disponible para el usuario para una calidad de enlace aéreo (C/I) dada. El Release 0 se limitaba sólo a 5 velocidades de transmisión de datos disponibles (9.6 kbps a 153.6 kbps).

**Cancelación de Interferencia Piloto (PIC):** Cuando hay una gran cantidad de usuarios en una red basada en CDMA, incluyendo WCDMA, cada señal piloto del abonado contribuye a la interferencia que, a su vez, reduce la capacidad en la red. La PIC reduce la interferencia de la señal piloto del dispositivo móvil y puede incrementar la capacidad de la red en hasta un 20%. Debido a que la interferencia piloto es el resultado de una cantidad de usuarios y no de la cantidad de tráfico en la red, PIC es más efectivo cuando una gran cantidad de usuarios transmite cantidades de datos relativamente bajas (por ej., VoIP).

### *6.3.3 Mecanismos de QoS (Quality of Service- Calidad de Servicio)*

#### *6.3.3.1 Priorización del paquete*

La Revisión A permite que la red otorgue prioridad al tráfico (paquetes de datos) basado en el perfil del abonado y/o el tipo de paquete que se está enviando. Por ejemplo, los grandes usuarios de datos podrían pagar un recargo y recibir tratamiento preferencial respecto de los otros abonados y, de esta manera, satisfacer sus requisitos más demandantes a la vez que brindan un flujo de ingresos mayor para el operador. También se puede dar prioridad a los paquetes basándose en la aplicación que se usa. Por ejemplo, a los paquetes marcados como que llevan bits sensibles a la latencia, como los VoIP, se les podría dar prioridad respecto de los paquetes que no son críticos, como un paquete que contiene una porción de un mensaje de MMS (Mensajería Multimedia). Este grado de capacidad de QoS también está disponible para el Release 0 mediante una mejora del software.

Mientras que la QoS basada en el usuario y basada en la aplicación es de interés, la QoS basada en el flujo, en que se otorga prioridad a los paquetes dentro de una aplicación, es incluso más ventajosa. Por ejemplo, con la QoS basada en el flujo, se podría dar prioridad en forma diferente a los paquetes de vídeo y de audio, y posiblemente se daría preferencia a los paquetes de audio, ya que las aplicaciones de vídeo pueden utilizar el buffering para modestas cantidades de variación de retardo y demoras. Quizá ésta sea una de las características más

Los mecanismos de Calidad de Servicio (QoS), tales como la reducción de la latencia y la calidad de servicio basado en el flujo, son probablemente las características más importantes de EV-DO Revisión A



# La evolución de 3G

## Llevando CDMA2000 a la próxima década

CDMA Development Group

Octubre de 2005

importantes de la Revisión A, ya que permite los servicios multimedia, como la telefonía con vídeo, a la vez que brinda el mejor control, eficiente y flexible, en cuanto a cómo se envían los paquetes en la red, lo que maximiza la eficacia de la red.

### *6.3.3.2 Latencia reducida*

La latencia en el Release 0, medida como el viaje de ida y vuelta entre un teléfono móvil y el PDSN (Packet Data Serving Node), es mayor de 100 m, y la latencia a sitios externos es incluso mayor una vez que se incluyen las demoras de transporte y del router en la ecuación. Aunque esto resulta adecuado para las aplicaciones que no son en tiempo real, por lo general no se considera aceptable para los servicios en tiempo real, como el VoIP y las teleconferencias en vídeo, y también puede afectar la experiencia del usuario en cuanto a las aplicaciones que no son en tiempo real, como la visualización (browsing) en Internet. En contraste, la latencia entre un teléfono móvil en el modo conmutado por circuito y un teléfono fijo (es decir, incluyendo tiempo de conmutación/transporte) es aproximadamente de 125 m.

La Revisión A reduce la latencia al introducir mejoras en el enlace inverso. Específicamente, el uso de paquetes más pequeños (menos ranuras de tiempo por paquete) combinados con HARQ reduce el tiempo de transmisión de un paquete individual. El efecto neto es que la latencia de enlace inverso puede reducirse un 50% bajo una gran variedad de escenarios de uso, a la vez que mantiene la capacidad del Release 0. Si no, la latencia de enlace inverso puede reducirse substancialmente cuando sólo se usan paquetes pequeños (por ej. VoIP) lo que se compensa con una capacidad de red menor.

El HSDPA también introduce mejoras en la latencia relacionadas con WCDMA. En este caso, la mejora se debe, en parte, a pasar el programador del paquete de la parte interior del core network a la estación base. El programador del paquete determina cómo/cuándo enviar paquetes a los usuarios, por tanto, al colocarlo más cerca de la interfaz aérea en vez de ubicarlo en la parte interior del core network, se mejora el tiempo de respuesta.

### *6.3.3.3. Aplicación de paquetes de flujo múltiple*

La Aplicación de Paquetes de Flujo Múltiple es la capacidad de soportar múltiples sesiones de datos que involucran diferentes aplicaciones en el mismo dispositivo. Por ejemplo, si un abonado está bajando el correo electrónico con el Outlook, no tiene que cortar la conexión para contestar un llamado telefónico VoIP entrante. Otro ejemplo es el llamado de telefonía con vídeo en que los paquetes de voz y de vídeo son tratados de manera diferente, puesto que se les brinda la QoS más alta a los paquetes de voz más demandantes, mientras que los paquetes de vídeo pueden soportar cierto grado de demora debido al buffering.

### *6.3.4 Otras capacidades mejoradas*

La Revisión A también introduce varias características que permiten que las aplicaciones de datos usen más eficazmente la red de un operador y las toman más atractivas y convincentes para los abonados.

#### *6.3.4.1 Soporte para más usuarios*

En los sistemas EV-DO, el número máximo teórico de usuarios se basa en el número de bits de control de potencia disponibles. Con la Revisión A, el número de bits de control de potencia aumenta de 59 en el Release 0 a 114, y cada bit de control de potencia es asociado con un usuario individual. En condiciones normales, otros factores limitantes tienen prioridad, por lo que no necesariamente se podrá alcanzar la cifra 114.



# La evolución de 3G

## Llevando CDMA2000 a la próxima década

CDMA Development Group

Octubre de 2005

### *6.3.4.2 Platinum Multicast – Incorporación de OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)*

El Platinum Multicast es una solución punto-multipunto que les permite a los operadores enviar múltiples flujos de contenido a muchos abonados, dedicando una fracción de una portadora de 1.25 MHz a los servicios multicast. El Platinum Multicast, que ahora está pasando por el proceso de estandarización (TIA.1006-A) se beneficia con la naturaleza TDM (Time División Multiplex) de EV-DO intercalando tonos OFDM en ciertas ranuras de tiempo para brindar un servicio multicast más eficiente

Sobre la base del modelado, supuestamente puede enviar tasas de rendimiento del sector de hasta 1.5 Mbps (cobertura de >98%) en el enlace directo; debido a que se trata de un servicio multicast, hay muy poco tráfico en el enlace inverso. Desde el punto de vista de un operador (eficacia de la red) un servicio multicast tiene claras ventajas ya que el número de usuarios a quienes se presta el servicio es casi ilimitado para una cantidad dada de recursos de red comprometidos (ancho de banda); de esta manera, la oportunidad para generar ingresos es mucho mayor para una cantidad dada de rendimiento multicast (por oposición a unicast). La eficacia real del sistema multicast es, por lo tanto, una función de la cantidad de abonados que lo están usando en un sector dado: cuanto más alto sea el número de abonados, mayor será la eficacia y viceversa.

El sistema Platinum Multicast, mediante el uso de un software de programación, también puede beneficiarse con las horas que no son pico para transmitir su contenido, en particular contenido que no es sensible al tiempo. Esta característica puede ser sumamente ventajosa dado que el uso de la red es muy variable y habitualmente casi no se envía tráfico tarde por la noche y por la mañana temprano.

### *6.3.5 Voz sobre Protocolo de Internet (VoIP)*

La Voz sobre Protocolo de Internet (VoIP) no es una mejora técnica de la Revisión A en sí misma, sino que es una aplicación que es habilitada por las características antes mencionadas del último Release; específicamente la QoS y un enlace inverso mejorado. Además, la Revisión A acorta el tiempo requerido para completar un handover de celda en el modo paquete a alrededor 40 ms contra >100 ms con Release 0, lo que constituye una necesidad para los llamadas VoIP.

Sobre la base de simulacros, la Revisión A (con diversidad 2-Rx y PIC) puede soportar alrededor de 50 llamadas de voz simultáneas por sector en un canal de radio FDD de 1.25 MHz, que se compara con 33-40 llamadas de voz simultáneas usando 1X (sin diversidad de recepción ni PIC).

El potencial para una mayor capacidad de voz relacionada con 1X es de gran interés para los operadores, pero la VoIP en la Revisión A también ofrece otras ventajas. En particular, la voz y los datos pueden combinarse y crear una experiencia multimedia ininterrumpida, e incluir aplicaciones como la telefonía con vídeo y “ves lo que veo” (see what I see), una importante herramienta para los agentes inmobiliarios, examinadores de seguros y turistas.

A largo plazo, el VoIP puede ayudar al operador a reducir sus gastos de capital y posteriores gastos de operación ya que puede influir en las ventajas de una red todo-IP, tanto en RAN como en la red central (core network). Por ejemplo, los operadores ya están pasando a adoptar soft switches y una arquitectura de conmutación distribuida que, entre otras cosas reduce los costos



# La evolución de 3G

## Llevando CDMA2000 a la próxima década

CDMA Development Group

Octubre de 2005

de transporte y minimiza su dependencia en MSC (Mobile Switching Centres – Centros de Conmutación Móviles). Sin embargo, esta migración constituirá un proceso muy largo debido a que los operadores no necesariamente desean tirar conmutadores por circuitos de muchos millones de dólares.

Dado que la VoIP es un servicio punta a punta, los operadores de CDMA también tendrán que mejorar sus redes centrales antes de lanzar el servicio. Asimismo, también se requiere más trabajo en los entes reguladores para asegurar la interoperabilidad total con la voz conmutada por circuito de 1X. Muy probablemente, la VoIP de conversación que es adecuada para reemplazar las llamadas de voz del conmutador por circuito de 1X no serán una realidad comercial hasta el 2008, aunque podría ser usada para servicios Push-To-Talk (Presione para Hablar) una vez que se haya desplegado la Revisión A en el RAN.

#### *6.4 Revisión B – Ancho de banda escalable EV-DO*

Aunque la Revisión A aún no es una realidad en un sentido comercial, ya se está trabajando dentro del 3GPP2 para desarrollar y estandarizar la próxima versión: Revisión B.

La Revisión B, que podría adoptarse como estándar en el primer trimestre del 2006 y ser comercialmente viable a fines de 2007, literalmente se basa en los aspectos eficaces de la Revisión A e introduce el concepto de un ancho de banda dinámicamente escalable. El ancho de banda escalable teóricamente puede combinar hasta quince portadoras de 1.25 MHz (20MHz) en el enlace directo y/o en enlace inverso para aumentar el ancho de banda disponible. Por ejemplo, si se combinan tres portadoras de 1.25 MHz, la velocidad de transmisión de datos pico teórica sería tres veces más alta que la disponible con la Revisión A, o de 9.3 Mbps. Si se usarán las quince portadoras, la velocidad de transmisión de datos pico sería de 46.5 Mbps (enlace inverso = 27 Mbps). Recientemente, se presentó una propuesta para introducir 64-QAM en el estándar. Si esto sucediera, la velocidad pico por portadora de 1.25 MHz sería de 4.9 Mbps, que corresponde a 14.7 Mbps con tres portadoras y 73.5 Mbps con las quince portadoras; hay que notar que un sistema basado en 64-QAM requeriría una mejora del hardware.

Es importante observar que estas portadoras no están físicamente combinadas (es decir, la difusión de la señal no se hace a través de la portadora de 20 MHz). En cambio, cada portadora de 1.25 MHz continúa siendo una entidad, por lo que no hay pérdida en la eficacia espectral. Esto también significa que las portadoras no tienen que estar directamente adyacentes entre sí en el espectro, lo que le da al operador la flexibilidad de determinar qué portadoras usar.

La latencia y la QoS también pueden mejorarse ya que el sistema puede conmutar dinámicamente entre portadoras EV-DO basadas en la calidad del canal y la carga de tráfico. Dicho de otra manera, los paquetes pueden enviarse a un dispositivo móvil (o recibirse) utilizando, por ejemplo, tres portadoras, o los paquetes pueden enviarse a un móvil (o recibirse) mediante una sola portadora, pero la portadora activa cambia en forma constante para proporcionar el mejor rendimiento posible y la menor latencia.

Debido a que las portadoras no están físicamente combinadas, y debido a que no hay cambios a las capas inferiores de la OSI (Open System Interconnection) relacionadas con la Revisión A, la Revisión B es totalmente compatible hacia atrás y hacia adelante con la Revisión A (y el



# La evolución de 3G

## Llevando CDMA2000 a la próxima década

CDMA Development Group

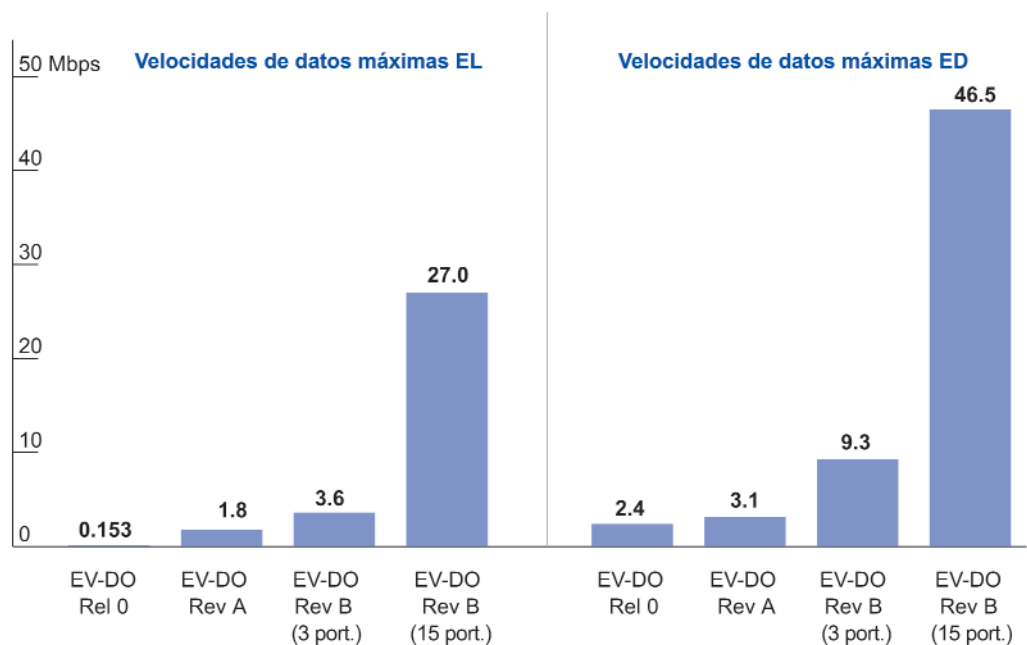
Octubre de 2005

Release 0). Por consiguiente, los dispositivos móviles de la Revisión A no requieren cambios de hardware ni de software para funcionar en una red de Revisión B, aunque sólo tendrían la funcionalidad de la Revisión A. Asimismo, la infraestructura de la red sólo podría requerir cambios en el software, ya que el hardware existente (tarjetas) puede volver a usarse.

En cuanto a los dispositivos, se requerirían nuevos chipsets con múltiples cadenas de RF que puedan transmitir y/o recibir simultáneamente en múltiples portadoras de RF.

Desde la perspectiva de un dispositivo de la Revisión B, no es práctico tener quince cadenas de transmisión y/o recepción debido al costo, tamaño y vida útil de la batería. La Revisión B no tiene que asignar portadoras simétricamente en enlace directo y enlace inverso. En cambio, es probable que los dispositivos de la Revisión B sólo soporten entre dos y tres portadoras de EV-DO y quizá, algo más, para PDA y tarjetas de datos. El reemplazo de DSL inalámbrico o Telematics son ejemplos de posibles aplicaciones en que son deseables tasas de datos más altas (>10 Mbps) y en que consideraciones tales como el costo y la vida útil de la batería no son tan importantes. Sin embargo, los operadores tendrán que equilibrar la capacidad de brindar estos tipos de servicios con la economía de entregar estas aplicaciones que consumen el ancho de banda.

**Figura 9. Comparación de Tecnologías EV-DO**



Fuente: Signals Research Group, LLC



# La evolución de 3G

## Llevando CDMA2000 a la próxima década

CDMA Development Group

Octubre de 2005

### *6.5 Revisión C*

Las características exactas de la Revisión C aún se están analizando; sin embargo, hay grandes probabilidades de que esta revisión incluya el uso de tecnologías de antenas inteligentes (SDMA o MIMO). Además, se está estudiando el tema de combinar físicamente las portadoras para crear anchos de banda de canal que excedan los 1.25 MHz. En tal escenario, sería posible un súper canal de 5 MHz, 10 MHz o, incluso, de 20 MHz.

La Revisión C también podría ser la primera oportunidad para un uso más agresivo de OFDM en 3GPP2. Dependiendo de los análisis de ingeniería, OFDM podría limitarse al enlace directo y CDMA continuaría usándose en el enlace inverso o podría usarse en forma bidireccional. Aún no se ha tomado una decisión. Sin embargo, la Revisión C y lo que siga impulsarán a CDMA2000 y EV-DO a ingresar en la próxima década.



# La evolución de 3G

## Llevando CDMA2000 a la próxima década

CDMA Development Group

Octubre de 2005

### 7.0 Conclusiones

CDMA2000 1X y EV-DO proporcionan un convincente enfoque que combina la tecnología de 3G más eficaz desde el punto de vista espectral para la capacidad de voz con una solución de datos optimizada que puede proporcionar acceso inalámbrico de banda ancha en un ámbito móvil.

Hay una cantidad de factores que un operador debe tener en cuenta al seleccionar una tecnología inalámbrica, así como hay muchos factores que un consumidor tiene que tener en cuenta al elegir un proveedor de servicio inalámbrico y un dispositivo móvil. Sin embargo, los datos históricos y los datos basados en los hechos, las características de rendimiento, y la evolución planeada de la familia de tecnologías de CDMA2000 son muy convincentes y vale la pena considerarlas.

El éxito que 1X y EV-DO tuvieron en los últimos años no fue por casualidad. Su éxito se debe, en gran medida, al proceso de migración de 2G a 3G que se llevó a cabo sin problemas y que no requiere que el operador adquiera otro espectro y despliegue un RAN totalmente nuevo. Es igualmente importante que, dado que CDMA tiene como característica inherente su compatibilidad hacia delante y hacia atrás, los operadores de CDMA no tienen que preocuparse innecesariamente por el impacto que dicha evolución tiene en su red o en sus abonados.

La migración de IS-95 a 1X y EV-DO que tuvo lugar sin mayores problemas también ha dado a los operadores de CDMA2000 una ventaja para entrar en el mercado, que pueden capitalizar si así lo desean. Desde una perspectiva tecnológica, 1X, Revisión 0 de EV-DO y sus futuras revisiones tienen, al menos, una ventaja de uno a dos años sobre tecnologías comparables en la vía evolutiva de 3GPP. Además, aún cuando EV-DO Revisión A no es todavía una realidad comercial hasta mediados de 2006, la tarea que realizan las entidades de estandarización acerca de la próxima revisión ya está casi terminada: una mejora del software que duplicará o triplicará las tasas de datos, dependiendo de la cantidad de portadoras que se soporten (dos portadoras duplican la tasa de datos, etc.).

Los operadores de CDMA que han lanzado servicios de EV-DO ya están presenciando un impacto favorable en su ARPU (Average Revenue per User), debido al aumento en los ingresos de datos como al aumento en uso de voz. Aunque resulta difícil cuantificarlo, estos operadores también están atrayendo nuevos abonados y aumentando la lealtad de sus abonados a causa de su oferta de datos móviles, en la que se incluye el acceso inalámbrico de banda ancha y los servicios multimedia.

Con la introducción de mecanismos de QoS que soportan que se dé prioridad a paquetes individuales y una drástica reducción en la latencia, junto con el potencial para velocidades de transmisión de datos promedio de multimegabits por segundo, la familia CDMA2000 está bien posicionada para llevar la industria a la próxima década.