

1. Uso de Oracle Data Pump.

En instalaciones pequeñas de Oracle se pueden realizar copias de seguridad con Oracle Data Pump, una utilidad disponible en Oracle 11g para trasladar datos entre distintos servidores Oracle. Este programa es muy utilizado cuando se trabaja en organizaciones de trabajo con distintos entornos de BD (producción, pre-producción, desarrollo, pruebas, etc.) para copiar esquemas de bases de datos completos incluyendo tablas, restricciones de integridad, triggers, etc., porque, además de los datos de las tablas, permite extraer de la base de datos los metadatos (las descripciones de las tablas, restricciones, etc.) y descripciones de otros objetos como índices, etc.

Vamos a hacer dos pruebas para ejecutar este programa en nuestra instalación de Oracle. En este primer apartado vamos a utilizar Data Pump para exportar tablas en un fichero y después importarlas en otro servidor.

Para ello cada grupo de alumnos tendrá que utilizar nombres de tabla distintos (el profesor os asignará un número de grupo "G01", "G02", etc.). En este texto se utilizará "Gxx" para referirnos a este número. **Documenta cada uno de los pasos que aparecen a continuación en el documento que debes entregar para este ejercicio.**

1. Antes de utilizar Data Pump hay que configurar un directorio en el servidor Ubuntu y también en Oracle sobre el que se guardarán los ficheros generados. Entra en la sesión para el usuario Oracle de la máquina virtual Ubuntu y en una ventana de terminal crea un directorio:

```
mkdir fic.backup
```

Supondremos que la ruta absoluta del directorio creado es `/home/oracle/fic.backup`.

Ahora debemos indicar a Oracle que este directorio va a ser utilizado por aplicaciones Oracle. Entra en una sesión de SQL*Plus o SQL Developer con el usuario SYS as SYSDBA y ejecuta:

```
CREATE DIRECTORY datapump AS '/home/oracle/fic.backup';
```

2. Entra en una sesión de Sql*Plus o SQLDeveloper con el usuario SYSTEM y crear dos tablas relacionadas con índices de clave primaria y externa (system):

```
CREATE TABLE Gxxt1 (c1 INTEGER PRIMARY KEY, c2 VARCHAR2(30));
```

```
CREATE TABLE Gxxt2 (c3 INTEGER PRIMARY KEY, c4 VARCHAR2(30), c5 INTEGER REFERENCES Gxxt1);
```

donde Gxx es vuestro número de grupo. Crea un procedimiento almacenado para insertar 1000 filas en cada una de las dos tablas (incluyendo por ejemplo un texto como 'datos de tabla Gxxt1' en todas las filas de ambas tablas). Observa que para introducir filas en Gxxt2 debes dar valores a la columna c5 con valores de la clave primaria de Gxxt1 que deben existir previamente. Al final del procedimiento no olvides incluir la sentencia `COMMIT`; . Incluye el código de este procedimiento en la documentación de este ejercicio.

3. Se puede ejecutar Data Pump de diversas formas (por ejemplo, desde Enterprise Manager), pero utilizaremos el programa independiente que está disponible en el servidor. Desde un terminal del servidor ejecuta lo siguiente para tener las variables de entorno asignadas:

```
source /usr/local/bin/oraenv
```

A continuación, ejecuta:

```
expdp system tables=Gxxt1,Gxxt2 directory=datapump dumpfile=tablasGxx.dmp
```

donde Gxx es vuestro número de grupo. Observa que utiliza la descripción de directorio que hemos creado dentro de Oracle (y que apunta al directorio correspondiente del disco). Incluye la salida producida por Data Pump en la documentación del ejercicio.

4. A continuación, intercambia el fichero `tablasGxx.dmp` generado con otro de los grupos de alumnos. Copia el fichero `tablasGyy.dmp` del otro grupo en el directorio `/home/oracle/fic_backup` de tu servidor.

5. Después de copiarlo, importa el fichero del otro grupo con Data Pump:

```
impdp system directory=datapump dumpfile=tablasGyy.dmp tables=Gyyt2,Gyyt1
```

donde `Gyy` es el número del grupo con el que has intercambiado los ficheros de copia. Incluye la salida producida por Data Pump en la documentación del ejercicio.

6. Comprueba que los datos están en la BD: utiliza SQL*Plus o SQL Developer para entrar con el usuario SYSTEM y comprueba que estas tablas existen y contienen los datos. Además, comprueba que las restricciones de integridad también se han importado a tu base de datos: basta con que intentes insertar una fila en la tabla `Gyyt2` con un valor para la columna `c5` que contiene una clave externa referida a `Gyyt1` **que no esté en Gyyt1**. Debería producirse un error de restricción de integridad violada:

```
ORA-02291: integrity constraint (SYSTEM.SYS_C0011071) violated - parent key not found
```

7. Ahora crea un *trigger* de fila sobre la tabla `Gxxt1` para que cada vez que se inserte una fila se muestre un mensaje en la consola. Prueba el *trigger* insertando una fila nueva en la tabla.
8. Vuelve a ejecutar la exportación con Data Pump descrita en el punto 3. Añade la salida en la consola a la documentación del ejercicio, revisala e indica en la memoria del ejercicio lo que ha cambiado en la información que se ha guardado en el archivo `dmp`.

2. Copia de un tablespace transportable con Data Pump.

En el apartado anterior hemos utilizado Data Pump para hacer una copia de tablas (datos, metadatos, restricciones de integridad). También podemos utilizar Data Pump para copiar tablespaces completos. De hecho, esta es la forma más rápida de copiar datos entre dos instalaciones de Oracle, porque no es necesario reconstruir índices ni recrear tablas individuales en los tablespaces del servidor Oracle de destino. Sin embargo, no podemos copiar los datafiles directamente, por dos motivos fundamentales:

- Si la instancia está arrancada, los datafiles no contienen las últimas modificaciones sobre los datos, porque Oracle modifica los datos en copias de los bloques en memoria y solo guarda la información en los datafiles cuando es estrictamente necesario.
- Los metadatos (estructuras de tablas, etc.) no suelen estar almacenados en los mismos datafiles que los propios datos, sino que se suele utilizar el tablespace SYSTEM para este fin.

Vamos a realizar una prueba de copia de seguridad y restaurado de un tablespace en nuestro servidor Oracle. Recuerda que debes documentar cada paso que realices.

1. Crea un tablespace con un tamaño de 1MB como se hizo en el ejercicio correspondiente al tema de Arquitectura. Da a este tablespace el nombre `GxxTBS`, y al datafile asociado el nombre de fichero `Gxx.dbf`, donde `Gxx` es vuestro número de grupo. Para el datafile debes utilizar el directorio donde se almacenan los datafiles (consulta los nombres absolutos de los datafiles existentes en `SELECT name FROM V$DATAFILE`).
2. Borra las tablas del apartado anterior (las vuestras y las del otro grupo), y crea de nuevo dos tablas con el mismo nombre `Gxxt1` y `Gxxt2`, pero sobre el tablespace `GxxTBS`. Introduce datos en estas tablas utilizando el mismo procedimiento almacenado del apartado anterior.

3. Para poder transportar el tablespace es necesario que sea de solo lectura. Ejecuta (desde SYSTEM):

```
ALTER TABLESPACE GxxTBS READ ONLY;
```

4. En un terminal del servidor ejecuta Data Pump con el siguiente comando:

```
expdp system DUMPFILE=Gxxtbs_backup.dmp DIRECTORY = datapump
TRANSPORT_TABLESPACES=GxxTBS TRANSPORT_FULL_CHECK=Y
```

donde Gxx es vuestro número de grupo.

5. El comando anterior crea el fichero Gxxtbs_backup.dmp que contiene **solamente los metadatos de todos los objetos almacenados en el tablespace**. Por lo tanto, para guardar una copia de seguridad, se debe copiar tanto este fichero dmp como los propios datafiles del tablespace (en este caso, Gxx.dbf).
6. Intercambia estos ficheros con los ficheros generados por otro grupo (los llamaremos Gyytbs_backup.dmp y Gyy.dbf, donde Gyy es el número del otro grupo). Copia estos ficheros en los directorios correspondientes de tu servidor (el fichero dmp en /home/oracle/fic_backup y el datafile en el directorio donde almacena Oracle los demás datafiles).
7. Ejecuta Data Pump para importar los datos del grupo Gyy en tu servidor:

```
impdp system DUMPFILE=Gyytbs_backup.dmp DIRECTORY = datapump
TRANSPORT_DATAFILES=/u01/.../Gyy.dbf
```

donde Gyy es el número del otro grupo (en /u01/... debes indicar la ruta completa).
8. Una vez importado el tablespace, comprueba que está correctamente instalado en Oracle. Consulta los tablespaces del sistema (v\$tablespace) y los segmentos del tablespace importado GyyTBS (se pueden consultar en la vista dba_segments, seleccionando el tablespace). Comprueba los nombres y tipos de segmentos que contiene este tablespace. ¿Qué objetos de la BD están almacenados en el tablespace?
9. Por último, los tablespaces que has exportado e importado están en modo de solo lectura. Debes dejarlos en modo de lectura/escritura. Utiliza el comando (para los dos tablespaces):

```
ALTER TABLESPACE GxxTBS READ WRITE;
```

Puedes encontrar más información sobre el transporte de tablespaces en la guía del administrador de Oracle:

https://docs.oracle.com/cd/B28359_01/server.111/b28310/tspaces013.htm#ADMIN10140

También puedes encontrar información adicional sobre Oracle Data Pump en:

https://docs.oracle.com/cd/E11882_01/server.112/e22490/title.htm

En este enlace puedes encontrar mucha más información sobre esta herramienta, como ejemplos de copias completas de toda la base de datos, ejecución de múltiples procesos en paralelo para aumentar el rendimiento, utilización con distintas versiones de Oracle de las bases de datos de origen y destino, limitaciones de Data Pump, etc.

3. Backup total e incremental con RMAN.

Data Pump permite realizar copias de los datos de un servidor para transportarla a otros servidores de Oracle y, en casos sencillos, realizar copias de seguridad. Sin embargo, no permite realizar copias incrementales de los datos, como las hemos visto en clase. Para esto es necesario utilizar herramientas específicas como RMAN. Vamos a realizar una copia de seguridad total e incremental sencilla con RMAN para comprobar su funcionamiento.

Los backups incrementales se estructuran en **niveles**. Un backup de nivel 0 guarda toda la información de la base de datos. Es similar a un backup no incremental, pero registra en la base de datos en qué momento se ha realizado el backup. Un backup de nivel 1 no guarda toda la información, sino solamente la que haya cambiado. Puede ser de dos tipos:

- **diferencial:** copia lo que haya cambiado desde el último backup incremental de nivel 0 o 1 (es el comportamiento por defecto).
- **acumulativo:** copia lo que haya cambiado desde el último backup de nivel 0. Si se realizan varios backups de nivel 1 seguidos, cada backup incluye los cambios de todos los anteriores (es redundante, pero acelera la restauración de los datos). Por ejemplo, si se realizan backups de nivel 0 los domingos y backups acumulativos cada día de la semana, el backup del sábado contiene la información modificada durante toda la semana.

A continuación se detallan los pasos a realizar para hacer un backup sencillo de nivel 0 y a continuación un backup incremental. Así podemos observar las diferencias en espacio ocupado por cada uno de los dos backups.

1. Primero vamos a hacer un backup incremental total de nivel 0. Para ello, primero vamos a dejar la base de datos en modo MOUNT: inicia una sesión de SQL*Plus con el usuario SYS as SYSDBA y ejecuta los siguientes comandos:

```
SQL>SHUTDOWN IMMEDIATE;
SQL>STARTUP MOUNT;
```

2. A continuación vamos a iniciar una sesión de RMAN. Para ello, en un terminal del servidor (con las variables de entorno de Oracle configuradas, /usr/local/bin/oraenv) ejecuta:

```
RMAN
```

Este programa tiene un interfaz de usuario para interactuar con el sistema de backup. Ejecuta el siguiente comando para conectar con la base de datos con el usuario SYS:

```
RMAN>CONNECT TARGET SYS@ORCL
```

A continuación vamos a hacer un backup incremental de nivel 0:

```
RMAN>BACKUP INCREMENTAL LEVEL 0 DATABASE;
```

Una vez que ha terminado el proceso de backup, puedes salir del entorno RMAN:

```
RMAN>QUIT
```

3. Copia la salida de la consola en la documentación del ejercicio y busca los archivos con extensión .bkp que ha generado. Investiga en esta salida qué contiene cada uno de ellos.
4. Abre una sesión de SQL*Plus con el usuario SYS as SYSDBA y monta de nuevo la base de datos en modo normal (con STARTUP).
5. Desde una sesión con el usuario SYSTEM para modificar el contenido de las tablas creadas en el apartado anterior: borra todas las filas de la tabla Gxxt2 e inserta 1000 nuevas filas en la tabla Gxxt1. No olvides confirmar los cambios con COMMIT;.
6. A continuación, entra de nuevo en RMAN como en el punto 2 pero vamos a hacer un backup incremental diferencial de nivel 1. Sigue los mismos pasos, pero haz el backup con el comando:

```
RMAN>BACKUP INCREMENTAL LEVEL 1 DATABASE;
```

7. muestra el listado del directorio del *flash_recovery_area* donde están los archivos. Comprueba los tamaños de los ficheros que se han generado e interpreta las diferencias.