



ITAIPU Y EL HIDROGENO

Carlos Colombo Cuevas, Antonio Carlos Fonseca Jr.

ITAIPU BINACIONAL

PARAGUAY/ BRASIL

RESUMEN

La Central Hidroeléctrica de Itaipu, cuenta con una capacidad nominal de 12.600 MW, que corresponden a 18 unidades generadoras de 700 MW cada uno, y con más dos unidades generadoras que fueron montadas últimamente (9A y 18A), de las cuales una de ellas esta con aceptación provisoria, marcando el inicio del periodo de garantía contractual (9A) y la otra en etapa de comisionamiento (18A), con la cual la Itaipu elevará su capacidad hasta 14.000 MW.

ITAIPU es una central hidroeléctrica del tipo "sin acumulación" y su reservorio tiene una capacidad de regulación de cerca de una semana. Debido a esto, en el caso de que la afluencia sea mayor que el caudal necesario para la producción de la energía demandada por el mercado, existe muy poco espacio para almacenarla, y es probable que el flujo excedente sea vertido.

Una hipótesis para sacar provecho de esta energía, consiste en utilizarla para la producción de otro vector de energía que puede ser almacenado y utilizado posteriormente.

Este vector podría ser el hidrógeno, el elemento más abundante sobre el Planeta, cuya utilización ya está siendo estudiada por varios países como una solución propuesta para los problemas implicados con el agotamiento de las reservas de combustibles fósiles, unido a los problemas causados por las emisiones de contaminación de estos combustibles, contribuyendo a la degradación del medio ambiente.

El hidrógeno puede ser almacenado y utilizado en celdas de combustible para generar energía durante las horas pico, o para servir como combustible de vehículos. Entre otras aplicaciones, el hidrógeno también puede servir como un insumo en la industria química y aún como materia prima para la producción de fertilizantes.

Con miras a investigar su potencial y acompañar el desarrollo de esta tecnología, la ITAIPU incluyó en su Planeamiento Estratégico, al Objetivo Estratégico 9, con la intención de que

se "Torne una referencia en el desarrollo de la investigación tecnológica del hidrógeno como fuente alternativa de energía".

Para alcanzar esta meta, la Itaipu está desarrollando el "Programa de Desarrollo Tecnológico del Hidrógeno", orientado al estudio, proyecto y desarrollo de acciones tendientes a adquirir conocimientos sobre el ciclo de la producción y utilización del Hidrógeno como combustible.

El programa incluye la adquisición de una planta piloto de generación de hidrógeno por electrólisis, un sistema de abastecimiento de hidrógeno, y vehículos a celdas de combustible, para demostrar la tecnología y con el objetivo básico de estudiar la factibilidad económica de la producción industrial del hidrógeno por medio de la Conversión de la Energía Hidroeléctrica.

El estudio también procura contribuir al Objetivo Estratégico 8, que tiene la intención de estimular el desarrollo del potencial turístico y tecnológico de la Itaipu y de la región, para generar ingresos y oportunidades para la comunidad, y para convertirse, además, en un polo para la irradiación del conocimiento y la integración en la América del Sur.

PALABRAS-CLAVES

Central Hidroeléctrica sin acumulación

Vector de energía hidrogeno

El hidrogeno puede ser almacenado

Programa de desarrollo tecnológico del hidrogeno

Potencial turístico y tecnológico de la Itaipu Binacional

1. 0 – CARACTERISTICAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA DE ITAIPU

El sistema eléctrico Paraguayo y Brasileño, es predominantemente hidroeléctrico, y debe permanecer de esa forma por mucho tiempo. Los sistemas hidroeléctricos, son dependientes de las condiciones hidrográficas y cada Central Hidroeléctrica es dimensionada con base en análisis estadísticos de sus caudales históricos de su cuenca hidrográfica. De esta forma, dependiendo de: las condiciones de afluencia, del volumen de agua existente en el reservorio, de las solicitudes del mercado, y del periodo en que es solicitada la energía eléctrica, la disponibilidad de producción de energía en una Central Hidroeléctrica puede ser superior a la demanda del mercado. En principio la única manera de almacenar esta energía, sería en la forma potencial acumulándola en el reservorio. Como la capacidad del mismo es limitada y caso no haya condiciones de almacenar el caudal del río asociada a la capacidad de producción, esa agua es vertida y liberada por el vertedero sin pasar por las turbinas. Una hipótesis para aprovechar esa energía es utilizarla para la producción de otro tipo de vector energético, que pueda ser almacenado y utilizado posteriormente.

Según el tipo de reservorio las centrales hidroeléctricas, pueden ser clasificadas en centrales de acumulación, a pelo de agua y bombeamiento. Las centrales con reservorio de acumulación almacenan aguas en periodos hidraulicamente favorables, para utilizarlos en periodos de sequía. Estos reservorios poseen capacidades para regularizar caudales en un mes, año o varios años. En este caso la decisión de generar energía hoy, tiene influencia en la disponibilidad futura de la usina.

Las usinas a pelo de agua, que es el caso de la Itaipu, tiene una capacidad de almacenamiento bajo o inexistente, solo produce energía correspondiente al caudal afluente. En este caso si no es posible generar energía correspondiente al caudal afluente, habrá necesidad de desviar esa agua para el vertedero de la central.

Las centrales con reservorios de bombeamiento, utilizan periodos de baja carga, para bombear agua de vuelta para su reservorio, para utilizarla en los periodos de mayor demanda.

Sistemas hidroeléctricos tienen su disponibilidad determinada por las condiciones hidrológicas. Estudios de planeamientos, simulan la operación del sistema frente a una gran cantidad de series hidrológicas y requisitos de carga, estableciendo a partir de ahí, la energía firme del sistema, que será correspondiente al mayor valor de energía capaz de ser suministrada continuamente.

La disponibilidad de una central puede ser evaluada en base a los conceptos de energía firme y de energía secundaria, donde la energía firme corresponde a la contribución de la central para la energía firme del sistema y la energía secundaria corresponde a la energía excedente a la energía firme posible de ser producida en los periodos hidraulicamente favorables.

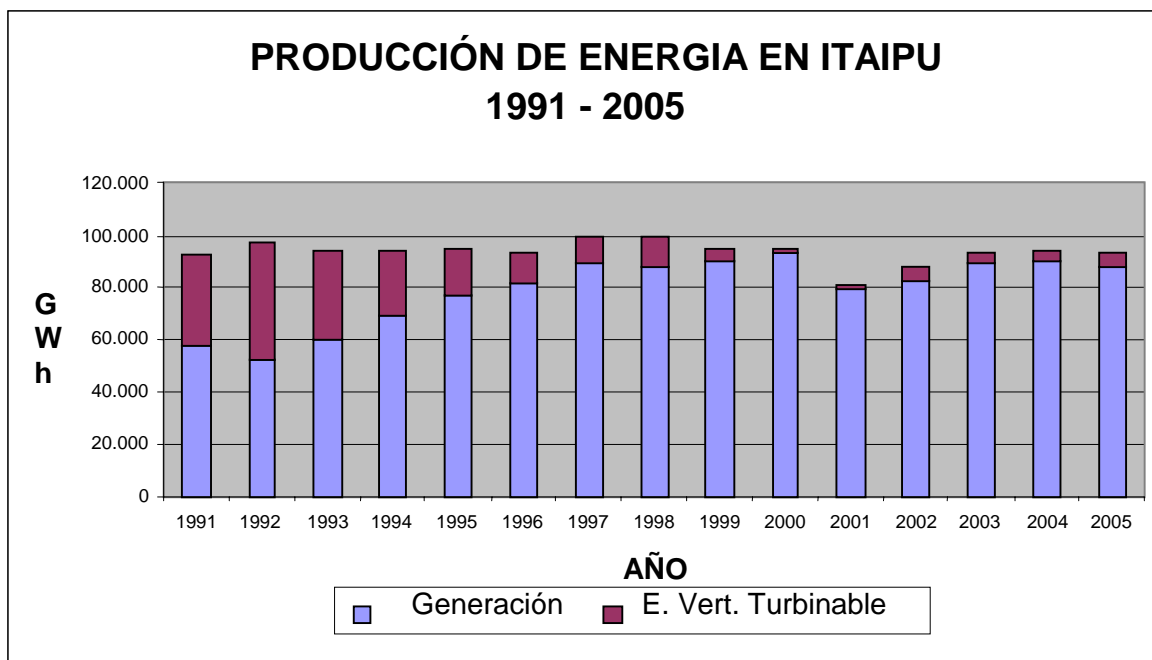
Cuando una usina desvía el caudal del río para el vertedero, teniendo capacidad instalada para generar energía, se configura el concepto de “energía vertida turbinable”, esto es, agua que podría producir energía y es desviada por el vertedero. Se puede considerar que esa energía es desperdiciada con el desvío por el vertedero, por falta de medios para ser almacenada.

Una forma de almacenar esa energía, sería utilizándola para la producción de hidrogeno, que es pacible de ser almacenado e utilizado posteriormente en procesos industriales, para generar energía eléctrica para aplicaciones estacionarias o en transportes.

2.0 – PRODUCCION DE HIDROGENO EN LA USINA DE ITAIPU

Analizando la disponibilidad histórica de los excedentes de energía, para proceder luego a un análisis y definición de la capacidad de una planta para producción de hidrogeno en la Itaipu, en la figura de abajo podemos ver los valores anuales relativos a la energía disponible, a la energía generada y a la energía vertida turbinable registrada en Itaipu desde 1991.

Fig. 1 Energía en Itaipu – Periodo 1991 a 2005 (Fuente Itaipu Binacional)

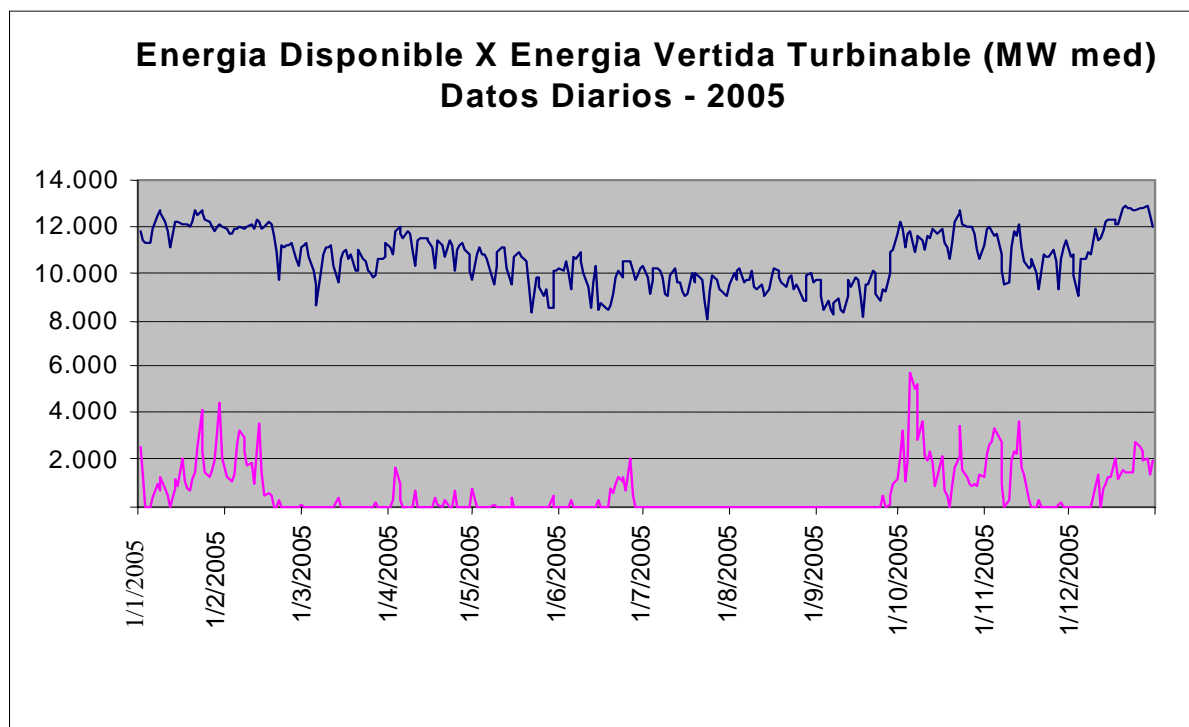


En el año 1991 entró en operación la 18A unidad generadora, y en el año 2000, la Itaipu registro su récord en la producción de energía 93.427,60 GWh. Se observa que en ese año fue registrado en menor valor para la energía vertida turbinable.

A continuación se observa los registros de la energía disponible x energía vertida turbinable (MW medios) correspondiente al año 2005.

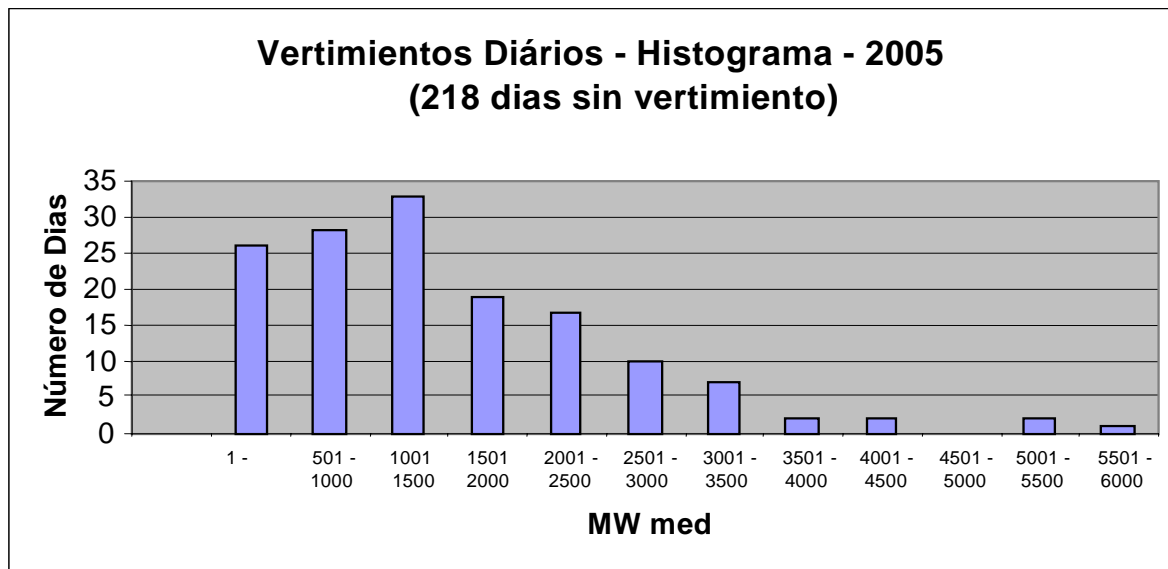
Esta cantidad de Hidrogeno seriasuficiente para proveer combustible durante un año, considerando un rodaje de 12 Km/año, de 692.908 vehiculos del tipo **HydroGen Liquid**, fabricado por la GM, y basado sobre el modelo de linea de la serie **Zafira**

Fig. 2



También tenemos como referencia, los vertimientos diarios correspondiente al año 2005

Fig. 3



Se puede observar que para el año 2005 tenemos 147 días con vertimiento.

También históricamente, durante los meses de noviembre a mayo, hay una mayor incidencia de disponibilidad de energía vertida turbinable en Itaipu, correspondiente al periodo de mayor frecuencia de lluvias en la región.

Considerando que para producir 1 Nm³ de hidrogeno, es necesario un consumo de energía de 5 kWh en un electrolisador y que 1 kg de H₂ corresponde a 11,126 Nm³ H₂, se verifica que con la energía vertida turbinable disponible en el año 2005, podríamos haber producido 5.319.418.000 kWh vertidos, y podríamos producir 1.063.883.600 Nm³ de H₂, que correspondería a 95.621,39 toneladas de H₂.

3.0 – PROGRAMA DE HIDROGENO EN LA ITAIPU

El plan empresarial de la Itaipu Binacional, está constituido por el plan estratégico, las directrices tácticas y el plan operacional.

El plan estratégico esta compuesto por la misión: “Generar energía eléctrica de calidad, con responsabilidad social y ambiental, impulsando el desarrollo económico, turístico, y tecnológico, sustentable, en el Paraguay y en el Brasil”. También forman parte, las políticas y directrices fundamentales y los objetivos estratégicos. Los objetivos estratégicos que hacen a este trabajo son el n° 8 y 9.

OBJETIVO ESTRATEGICO 8: Potencial turístico y tecnológico

Aprovechar efectivamente el potencial turístico y tecnológico de Itaipu y la región, en la perspectiva de generación de renta y oportunidades para la comunidad, constituyéndose inclusive como un polo irradiador de conocimiento e integración del América del Sur.

OBJETIVO ESTRATEGICO 9: Producción de Hidrogeno

Constituirse como referencia en el desarrollo de investigación tecnológica del hidrogeno, como fuente alternativa de energía.

Para cumplir con dichos objetivos la Itaipu estableció el Programa n° 76 Producción de Hidrogeno, que tiene por objetivo desenvolver pesquisas e instalar una planta piloto para adquirir tecnología para producción experimental de hidrogeno, con vistas a la utilización en sistemas de transporte y verificar la viabilidad técnico económica para la producción industrial. Dicho programa cuenta con 5 acciones relacionadas a continuación:

Acción 709: Desenvolver pesquisas y estudios, inclusive para producción industrial de H₂,

Acción 710: Adquirir planta generadora de hidrogeno

Acción 711: Proyecto y adquisición de infraestructura para la producción de hidrogeno

Acción 766: Utilización de vehículos a hidrogeno, en las dependencias de la dirección de Coordinación MD/MI.

Acción 769: Elaboracion de estudios de viabilidad economica y ambiental del hidrogeno.

PRINCIPALES OBJETIVOS DE LAS ACCIONES:

- Demostrar la viabilidad
- Estudiar costos verdaderos y los obstáculos
- Ayudar en el desarrollo de tecnología
- Estimular P&D
- Demostrar la tecnología

Fig. 4 **CRONOGRAMA DEL PROYECTO DE HIDROGENO**

PROYECTO HIDROGENO - cronograma		Meses																								
Item	Descripción	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	Estudio de Opciones	█	█																							
2	Dimensionamiento de Planta de Generacion de H2				█	█	█																			
3	Adquisición de Planta de Generación de H2							█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█								
4	Estudio de Viabilidad de Producción de Hidrogeno en gran escala	█	█	█																						
5	Dimensionamiento de Estacion de suministro de Hidrogeno				█	█																				
6	Construcción de Estación							█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█								
7	Dimensionamiento de vehículos a Células Combustible				█	█	█	█																		
8	Adquisición de Vehículos											█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
9	Operación del Sistema																									█

Actualmente la Itaipu tiene 2 convenios que se están desarrollando con la Universidad Estadual de Campinas - UNICAMP, que desarrolla los servicios de asesoría técnica y científica, a través del Laboratorio de Hidrogeno del Departamento de Física aplicada del Instituto de Física “GLB WATAGHIN”. También a fin de adquirir los conocimientos necesarios para gobernar dicha tecnología, se tiene un convenio con la UNA, por la cual 2 profesores paraguayos, están desarrollando maestrías en la UNICAMP en Planeamiento Energético orientado al área de hidrogeno, y acompañando todos los trabajos relativos al mismo.

3.1 – Vehículos Eléctricos

La Itaipu tiene un acuerdo de cooperación tecnológica con la KWO, MES-DEA, FIAT, que buscan el desarrollo y aumento de la autonomía de un vehículo eléctrico con tecnología convencional (batería) y perfeccionar la tecnología actual, tanto para pesquisa como para desarrollo de tecnología para uso del hidrogeno en una fase posterior.

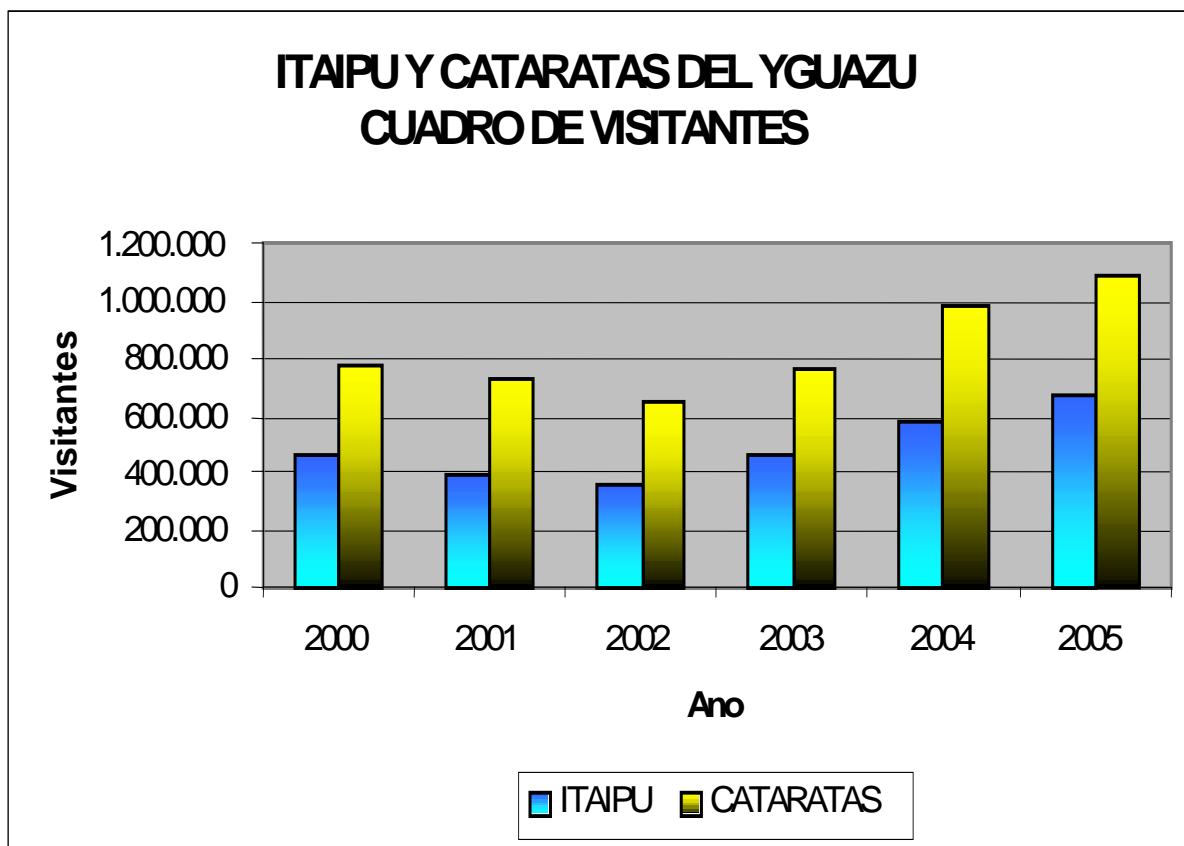
4.0 POTENCIAL TURÍSTICO Y TECNOLÓGICO

El programa procura contribuir al objetivo estratégico 8 que tiene la intención de estimular el desarrollo del potencial turístico y tecnológico de Itaipu y de la región para generar ingresos y oportunidades para la comunidad y convertirse, además, en un polo para la irradiación del conocimiento y la integración en América del Sur.

La figura representa el flujo de turista en Itaipu y en las cataratas en los últimos 5 años.

El Programa de Hidrogeno de la Itaipu con sus plantas de producción, almacenamiento y su aplicación en transportes, será un atractivo más para incrementar el potencial turístico y tecnológico.

Fig. 5



5.0 - CONCLUSION

La producción de hidrogeno en centrales hidroeléctricas, puede contribuir a la implantación y conocimiento de esta tecnología, para una futura economía del hidrogeno en Paraguay y Brasil que tienen un gran potencial hidroeléctrico.

Las estimativas relativas a la disminución de las reservas mundiales de combustibles fósiles, los costos cada vez mayores, la garantía de suministro por las guerras en áreas productoras, la preservación del medio ambiente que será cada vez mas cuestionado; hacen que se busque a nivel mundial una forma de energia limpia y renovable.

El precio del Hidrogeno para fines energéticos tiene una meta de 2US\$/kg hasta el año 2020 (MERER 2003), para ello será necesario una reducción drástica en los costos de los equipos de todo el proceso de producción, almacenamiento, transporte y utilización.

La Itaipu con su programa de hidrogeno, espera que con los estudios que están siendo realizados, crear las bases para gobernar dicha tecnología e implantar una planta piloto de producción de hidrogeno y utilizar el mismo en transportes interno a la Itaipu. Luego realizar estudios de viabilidad para producción a escala industrial.