



Comisión Nacional
de Energía Atómica



El Plan Nacional de Medicina Nuclear, las Aplicaciones Nucleares a la Salud y el Centro Argentino de Protonterapia

“NUCLEAR EXPANSION IN LATIN AMERICA: ITS CONTRIBUTION FOR SOCIETIES' STANDARD OF LIFE IMPROVEMENT”

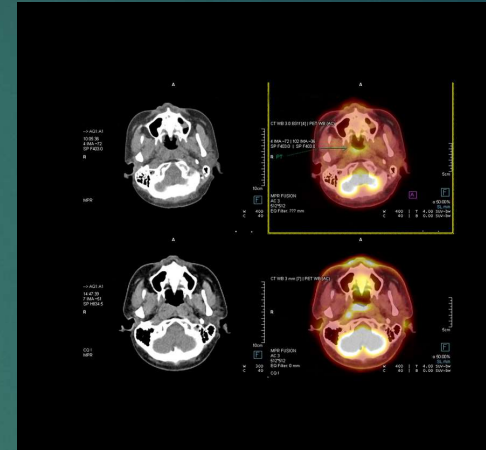
GUSTAVO A. SANTA CRUZ

GERENCIA DE ÁREA APLICACIONES NUCLEARES A LA SALUD

CNEA

Medicina Nuclear y Radioterapia: por qué distinguir una de otra

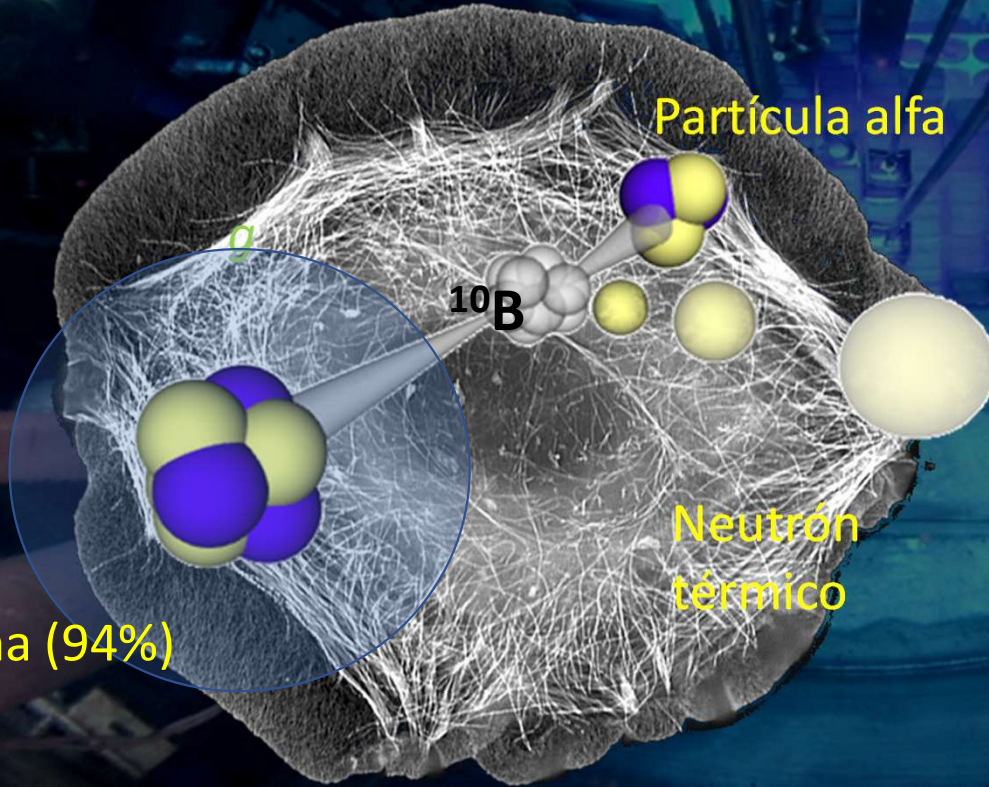
- La **Medicina Nuclear** comprende las aplicaciones de los radioisótopos como “reporteros” de enfermedades, asociados a fármacos con actividad biológica, constituyendo un “radiofármaco”. El contexto principal es el **DIAGNÓSTICO**.
- La **Radioterapia** comprende el uso de haces externos de radiación para ejercer control tumoral. El contexto principal es **TERAPÉUTICO y/o PALIATIVO**.



Radioterapias con Partículas: desarrollos en CNEA

TERAPIA POR CAPTURA NEUTRÓNICA EN BORO (BNCT)

RT de emisores alfa (y Litio)



Targeted Alpha particle Therapy

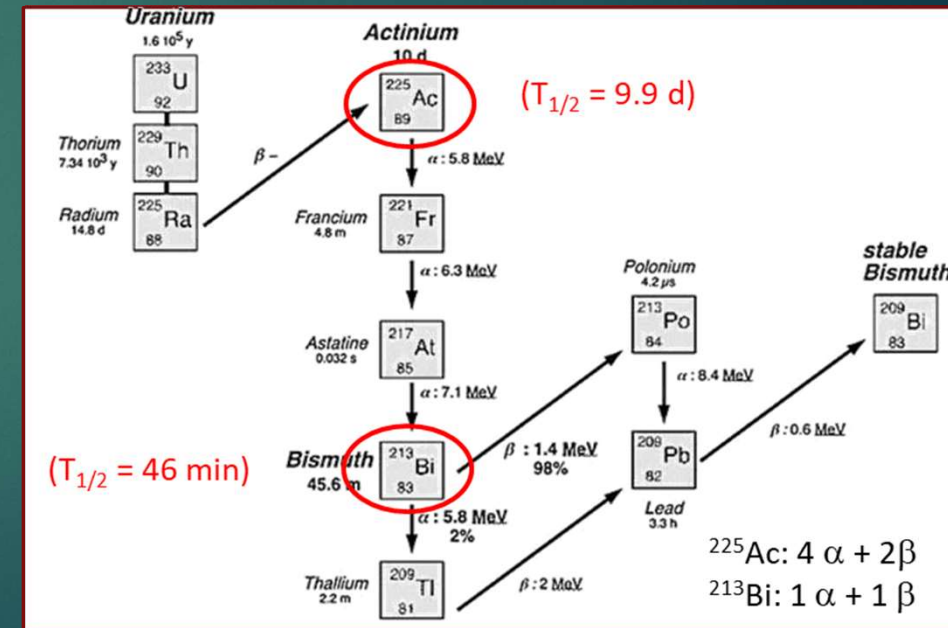
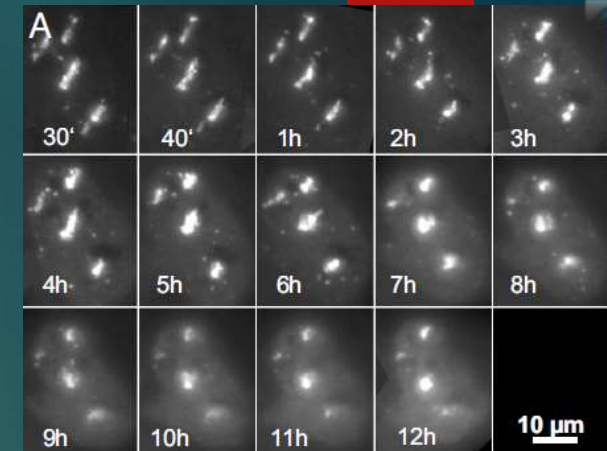
► Emisores α más estudiados

^{225}Ac , ^{213}Bi , ^{224}Ra , ^{212}Pb , ^{227}Th , ^{223}Ra , ^{211}At , y ^{149}Tb

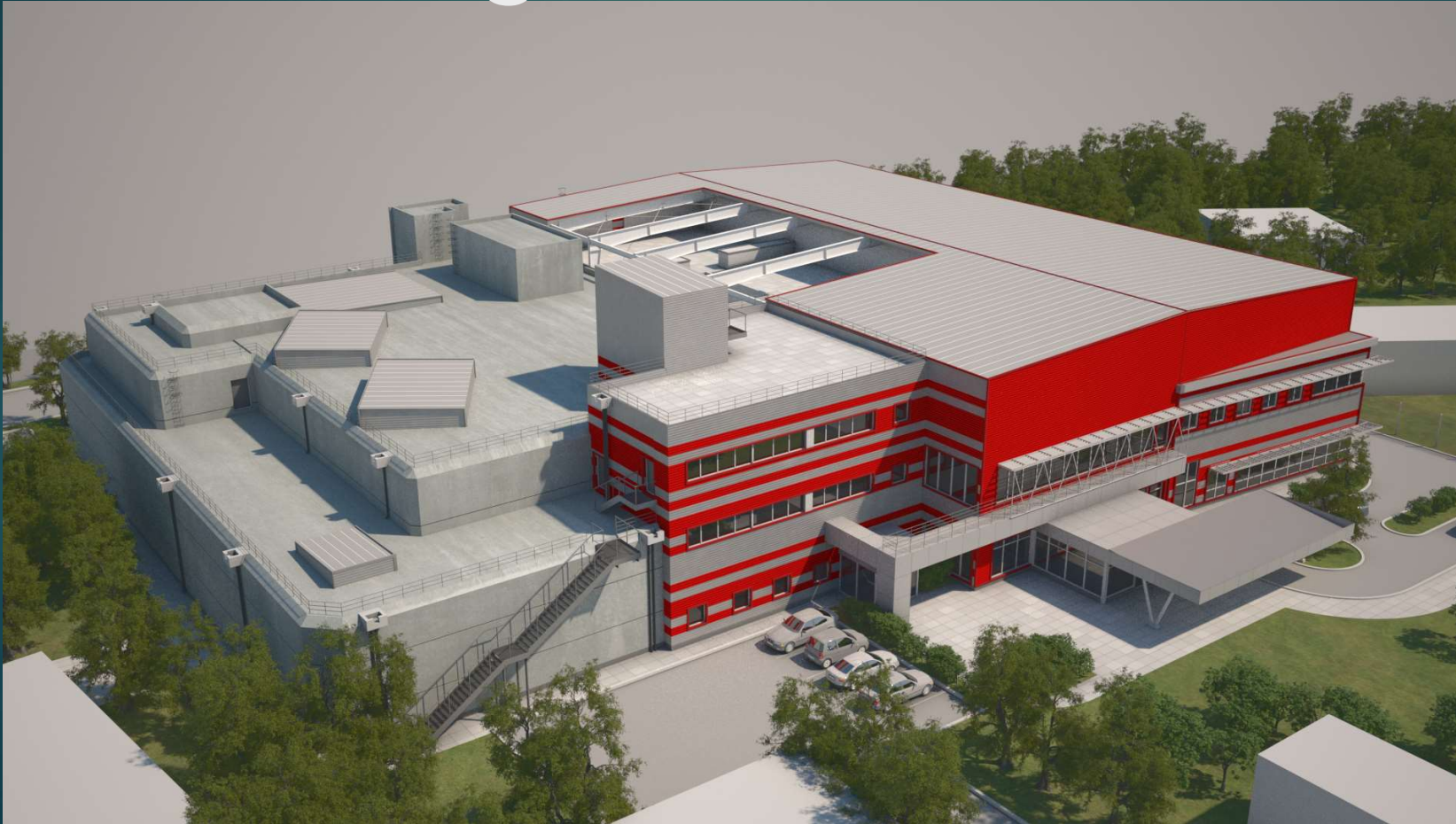
► Las partículas alfa (hadrones en general) son altamente citotóxicas. El daño es complejo y persistente, y con sólo unas pocas partículas la célula es inactivada.

► Cuando los emisores son incorporados selectivamente en las células tumorales, debido a su corto rango (50-80 micrones) su acción se restringe mayormente a dichas células.

► Comparte la misma estrategia que BNCT, salvo que en este caso se utiliza un isótopo radiactivo.



CeArP: Centro Argentino de Protonterapia



...más tarde

El Plan Nacional de Medicina Nuclear (y Radioterapia)

Plan Nacional de Medicina Nuclear

VISIÓN

“Garantizar a los habitantes de la República Argentina, en un marco de equidad y justicia social, el acceso universal y de máxima calidad a las aplicaciones de la medicina nuclear para la prevención, el control y el tratamiento de las enfermedades crónicas no transmisibles, a través de la implementación del Plan Nacional de Medicina Nuclear.”

MISIÓN

- Crear nuevos Centros de Medicina Nuclear y Radioterapia
- Refuncionalizar aquellos centros públicos ya operativos con tecnología de última generación, alcanzando todas las regiones del país y llegando cada vez más cerca del ciudadano.
- Desarrollar un modelo de gestión innovador de los nuevos centros que permita coordinar eficazmente las transferencias entre los sistemas estatales, obras sociales y privados, para garantizar una atención universal de excelencia.
- Emprender una labor formativa a nivel federal, de alta especialización destinada a dotar a todos los centros de técnicos y profesionales en aplicaciones de la medicina nuclear y radioterapia para los niveles de atención y diagnóstico, así como también de investigación, desarrollo y docencia en áreas directamente vinculadas con el Plan.

Centros y Proyectos de MNyR en desarrollo y operación



Institución/Centro	Provincia
FUESMEN	MENDOZA
FCDN	CABA
Instituto Roffo (MN y Radioterapia)	CABA
Hospital de Clínicas (MN)	CABA
CEUNIM - Centro Universitario de Imágenes Médicas - UNSAM	BUENOS AIRES
CABIN - Centro de Aplicaciones BioNucleares	CHUBUT
CEMENER - Centro de Medicina Nuclear y Molecular Entre Ríos	ENTRE RÍOS
CEMNPA - Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia Patagonia Austral	SANTA CRUZ
COP - Centro Oncológico Pergamino	BUENOS AIRES
INTECNUS - Instituto de Tecnologías Nucleares para la Salud	RÍO NEGRO
Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia "Dr. Néstor Kirchner"	FORMOSA
Centro Radio Oncológico Regional	LA PAMPA
CeArP – Centro Argentino de Protonterapia	CABA
Hospital de Pediatría Garrahan	CABA
Centro Oncológico de Excelencia La Plata	BUENOS AIRES

FUNDADORAS

PNMN: ACTIVOS
(+ instalación de nuevos equipos)

PNMN: EN CONSTRUCCIÓN
Y MONTAJE DE EQUIPOS

EN PLANIFICACIÓN

CNEA

Proyecto Alfa (Centro Atómico Ezeiza)	BUENOS AIRES
Centro Atómico Constituyentes (BNCT y Protonterapia)	BUENOS AIRES
Centro Atómico Bariloche (BNCT)	RÍO NEGRO
Sede Central (Coordinación ANS)	CABA

PROYECTOS PNMN



CABIN (Cdno. Rivadavia, Chubut)



CEMNPA (Río Gallegos, Santa Cruz)



IDB UNSAM - CAE



COP (Pergamino, Buenos Aires)



LA PAMPA (Santa Rosa)



CEUNIM - UNSAM



Proyecto ALFA - CAE



FORMOSA (Formosa)



INTECNUS (Bariloche, Río Negro)



CEMENER (Entre Ríos)



Centro Argentino de Protonterapia (CABA)

“Repensar” el PNMN

“No se trata sólo de prever el futuro, sino de hacerlo posible.” Antoine de Saint Exupéry.

Objetivos iniciales del PNMN



EXISTENTES (- 2014) = 401 equipos

REGIÓN	PET	SPECT	RTI	RTE
CABA + GBA	18	136	20	53
PAMPEANA	4	46	16	23
CUYO	1	10	2	9
NORDESTE	0	9	3	7
NOROESTE	0	14	5	9
PATAGONIA	0	9	3	4
	23	224	49	105

RTI = Radioterapia Interna (Braquiterapia)
RTE = Radioterapia Externa

Recomendación mundial (según PNMN)

PET/Mhab	1	40
SPECT/Mhab	6	240
RTI/Mhab	2	80
RTE/Mhab	6	240

PNMN = 140 equipos

REGIÓN	PET	SPECT	RTI	RTE
CABA + GBA	2	0	17	11
PAMPEANA	4	4	4	8
CUYO	2	3	4	6
NORDESTE	4	4	5	8
NOROESTE	5	6	7	12
PATAGONIA	5	5	6	8
	22	22	43	53

Aproximadamente 24 centros en el contexto del PNMN (MN + RT)

Al inicio del Proyecto

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

Proyecto



Construcción
Equipamiento
Sistemas
Licenciamiento, etc



Comisionamiento
Puesta en Marcha

Staff



Formación de RRHH
Incorporación al Proyecto



Modelo de Gestión

Sustentabilidad



Análisis de Costos
Operación
Mantenimiento
Mejoras
Prestaciones



Plan de Negocios

T0 - x años

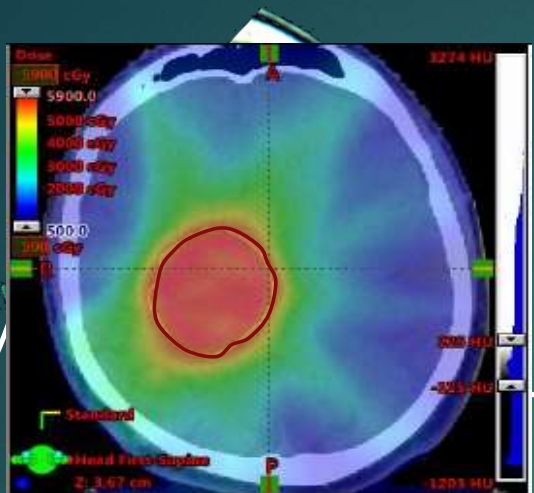
T0: INICIO DE OPERACIONES



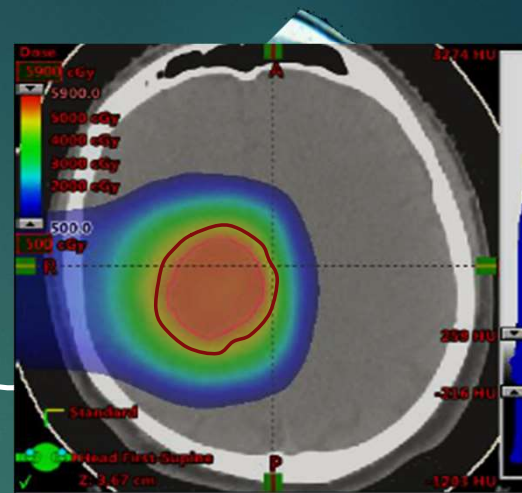


PROTONTERAPIA EN ARGENTINA





Fotones

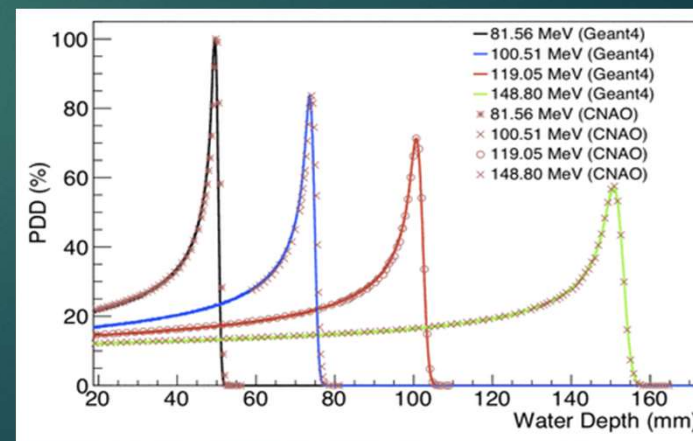


Protones



Postulados de la PT

- Poca o ninguna radiación detrás del tumor
- Baja dosis integral por tratamiento
- Puede reducir efectos secundarios
- Puede mejorar la calidad de vida durante y luego del tratamiento

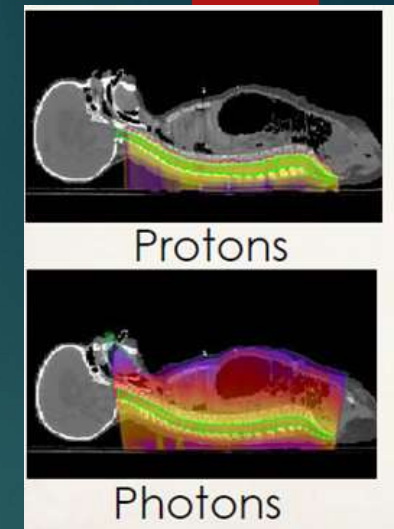


BENEFICIO CLÍNICO DE LA PROTONTERAPIA

Se estima que alrededor de **120 pacientes por año por millón de personas** se podrían beneficiar considerablemente con la protonterapia.

Criterios para su indicación:

- Pacientes para quienes es posible **disminuir la dosis de radiación en tejido sano**, mejorando drásticamente la **calidad de vida** al evitar los efectos secundarios en estos tejidos.
- Pacientes con tumores para los cuales los mejores tratamientos actuales no permiten administrar la dosis de radiación requerida, debido a la **vecindad de estructuras críticas** en las proximidades del tumor.
- Tumores muy **resistentes** a la radioterapia estándar. La dosis de radiación requerida para el control es demasiado grande y pondría en peligro inadmisiblemente a todos los tejidos en el camino de la radiación.
- Los pacientes **pediátricos** son un caso obvio, debido a la muy alta sensibilidad a los efectos secundarios, al deterioro del crecimiento y desarrollo y a los tumores secundarios inducidos en el tejido sano.





Mapa de Centros en Operación a la fecha (www.ptcog.ch*)

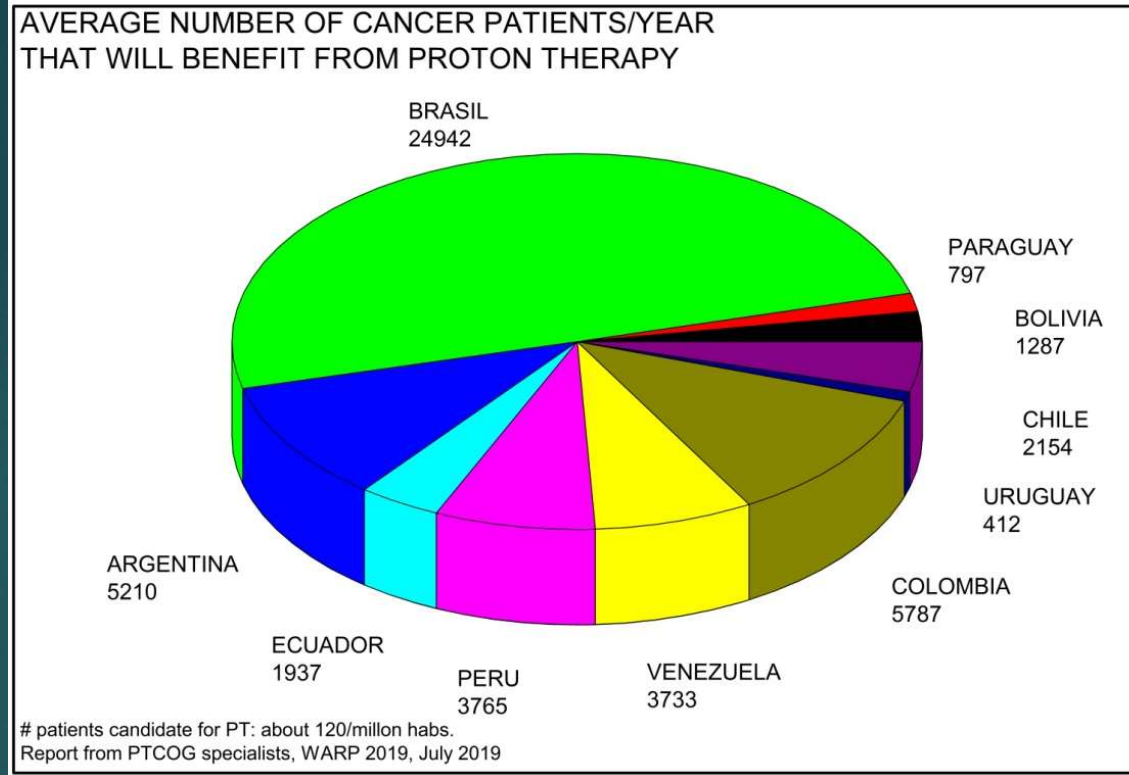
*Particle Therapy Cooperative Group



BENEFICIO GLOBAL DE LA PROTONTERAPIA EN SUDAMÉRICA



Nº DE PACIENTES CANDIDATOS / AÑO = 120 / MILLÓN HABITANTES



PAÍS	# SALAS NECESARIAS
BRASIL	78
COLOMBIA	18
ARGENTINA	17
PERU	12
VENEZUELA	12
ECUADOR	6
CHILE	7
BOLIVIA	4
PARAGUAY	2
URUGUAY	1

*considerando 300 pacientes/año por sala

Se necesitarían > 150 salas en Sudamérica para sacar provecho de la ventaja terapéutica.

**5.200 PACIENTES / AÑO SON CANDIDATOS DE ARGENTINA.
50.000 PACIENTES / AÑO DE TODA AMÉRICA DEL SUR.**

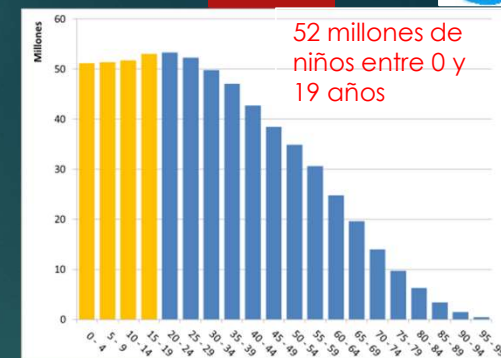
CÁNCER PEDIÁTRICO EN SUDAMÉRICA: TUMORES DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL (SNC) Y OTROS TUMORES SÓLIDOS



Datos derivados de las estadísticas del Hospital Garrahan (2016), según los datos de población actuales.

PAÍS	CASOS POR AÑO				
	SNC	OTROS TUMORES	TOTAL	SNC	OTROS
BRASIL	1425	3524	4949		
ARGENTINA	298	736	1034	298	
CHILE	123	304	427		
PARAGUAY	46	113	158		
URUGUAY	24	58	82		
BOLIVIA	74	182	255	2000	4917
ECUADOR	111	274	384		
PERU	215	532	747		
VENEZUELA	213	527	741		
COLOMBIA	331	818	1148	2858	7068

Obs .: No todos los pacientes con tumores sólidos serían candidatos para protonterapia.



POBLACIÓN TOTAL AMÉRICA LATINA (2019)
www.cepal.org

MÁS DE 6 SALAS

~ 2000 PACIENTES PEDIÁTRICOS DEL SNC / AÑO SON CANDIDATOS DE ARGENTINA Y PAÍSES VECINOS.

~ 3000 PACIENTES PEDIÁTRICOS DEL SNC / AÑO DE TODA AMÉRICA DEL SUR

CÁNCER PEDIÁTRICO: PAÍSES DE ALTOS VS. BAJOS INGRESOS

Van Dyne E, Congress of the International Society of Pediatric Oncology, 2010



- ▶ "Mientras que la supervivencia de niños es de aproximadamente del 75% en los países de altos ingresos, menos del 20% de los niños con cáncer en los países de ingresos medios o bajos suelen sobrevivir".
- ▶ "Además, muchos de los casi 100.000 niños/año que mueren sin tratamiento también sufren sin cuidados paliativos y analgésicos".



World Child Cancer USA

Roffo-FCDN-CeArP

FCDN, Fundación
Centro
Diagnóstico
Nuclear

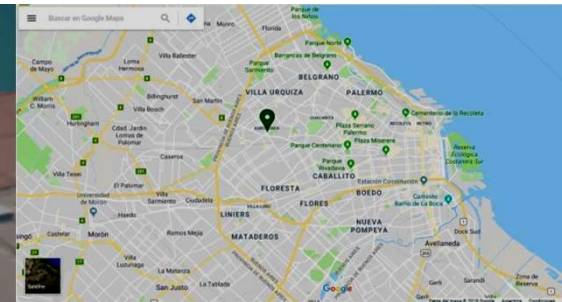
CeArP

UNIVERSIDAD DE
BUENOS AIRES

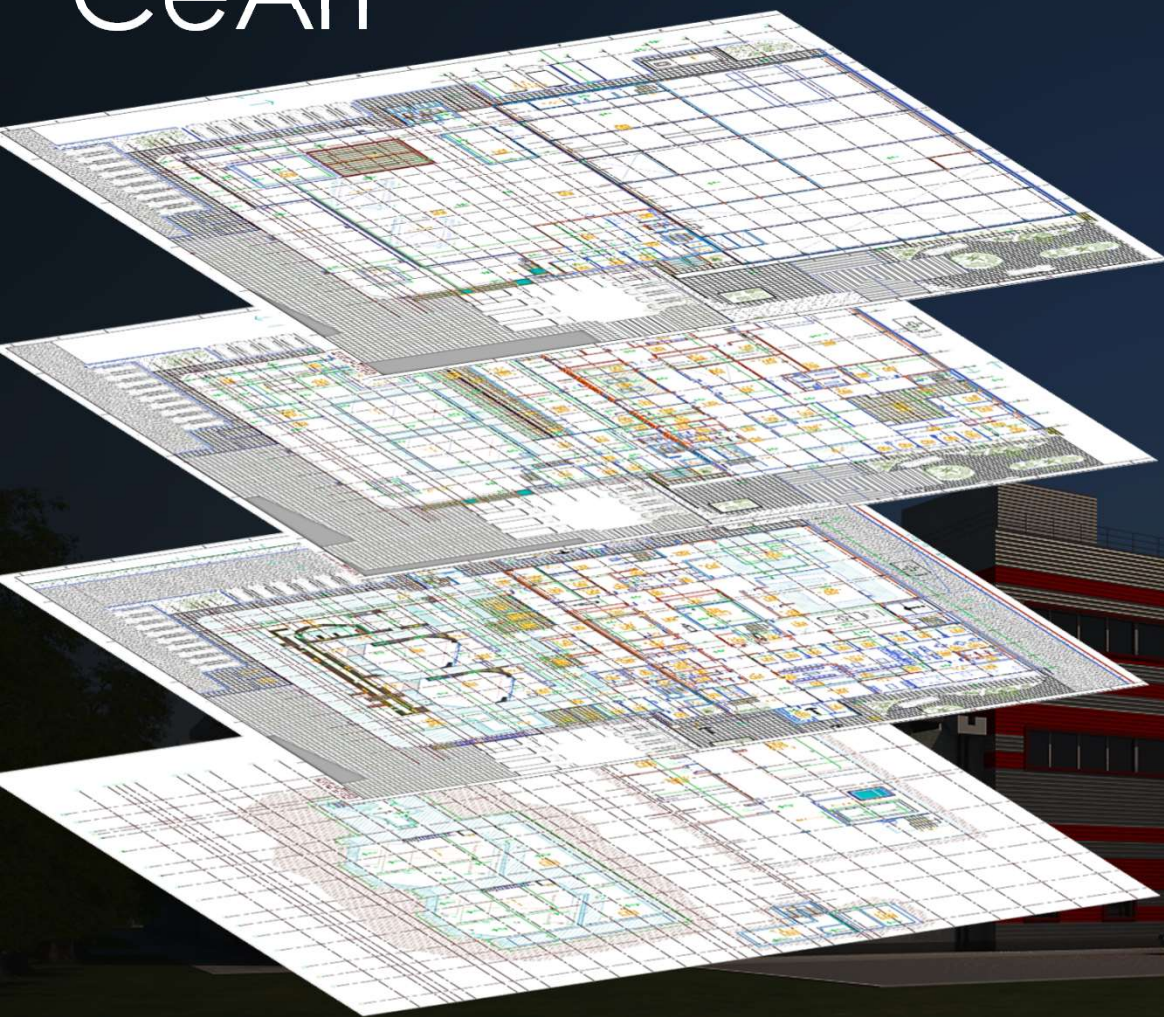
INSTITUTO
ROFFO (UBA)

Av. Nazca

Av. San
Martín



CeArP



SEGUNDO PISO
I+D (Oficinas)

PRIMER PISO
I+D (laboratorios), Staff clínico
CeArP

PLANTA BAJA
Consultorios, Imágenes,
Tratamiento,
I+D (sala de haces, control)

SUBSUELO
Transf media a baja tensión
TGBT
Filtros de particulado activado
Reserva de agua

Características generales

HARDWARE

Dos salas de tratamiento, con gantries de 360+PBS+CBCT
Técnicas de verificación / adaptación: estereoscópica oblicua y ortogonal.

Una instalación de I+D+PBS+Laboratorios

Ciclotrón de 230 MeV + sistema de transporte de haz + selector de E para las tres salas

Acelerador lineal de alta energía (Versa HD)

SBRT (Cyberknife)

Resonador magnético 1.5 Tesla

TAC de planificación, ESPECTRAL

Accesorios de inmovilización, anestesia

Sistemas y dispositivos de dosimetría

SOFTWARE

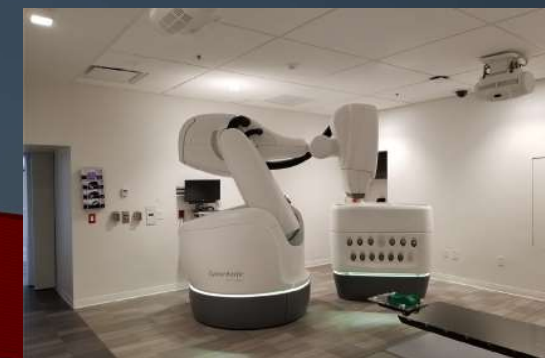
Sistemas de planificación de tratamiento

Sistemas de posicionamiento robótico

Sistemas de seguridad

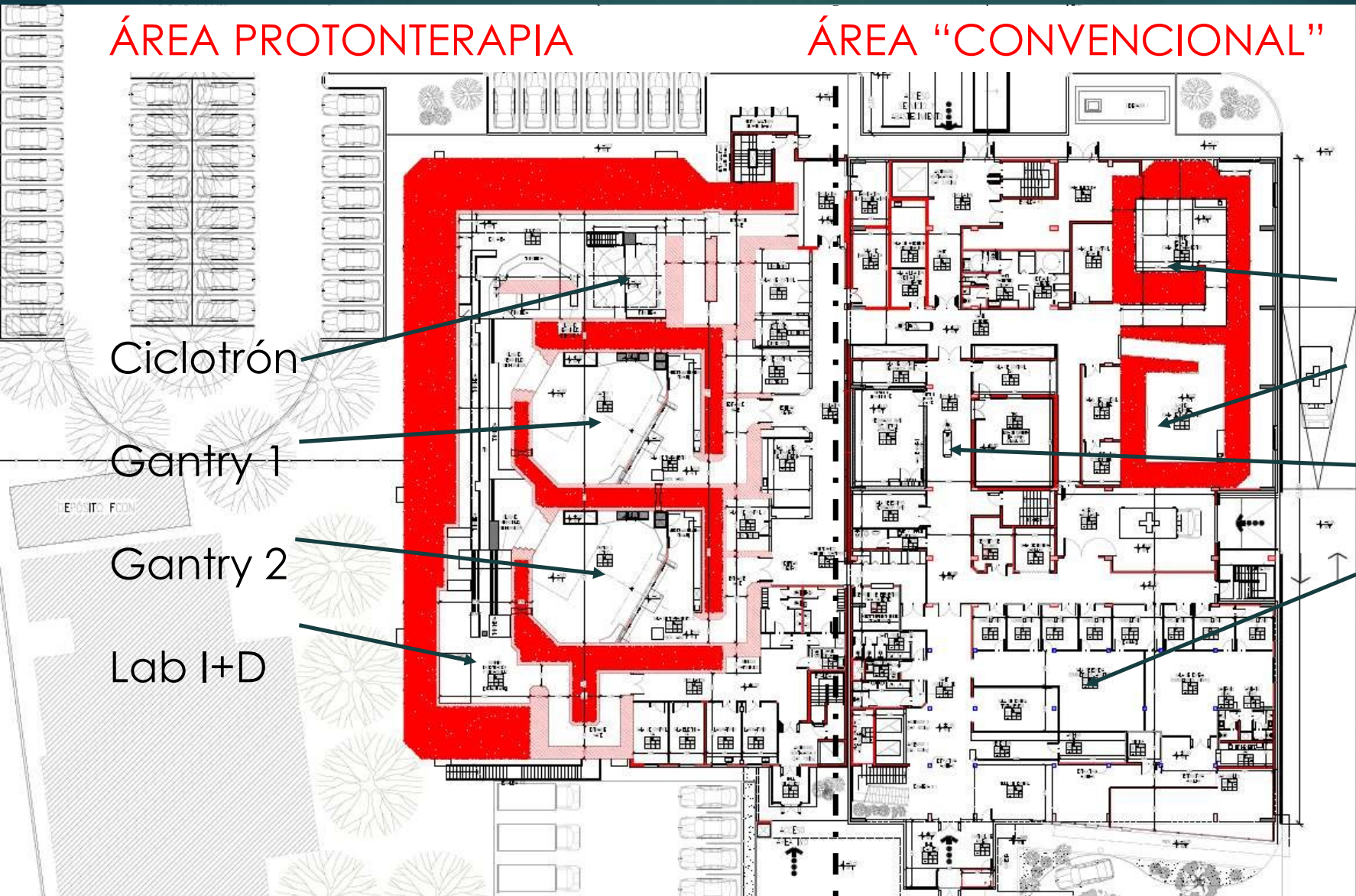
Sistemas de Información Oncológica

Software no clínico para I+D



ÁREA PROTONTERAPIA

ÁREA "CONVENCIONAL"



Ciclotrón

Gantry 1

Gantry 2

Lab I+D

Versa HD

CyberKnife

MRI + CT (dual)

Admisión
(adultos
pediátricos)

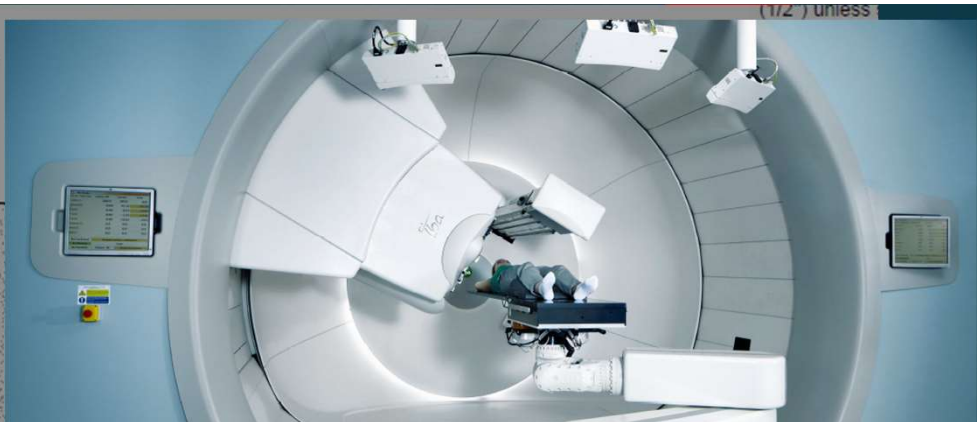


Ciclotrón



Gantry 1

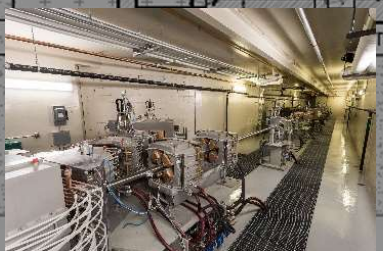
Gantry 2



LaIDeP



RESEARCH AREA



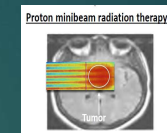
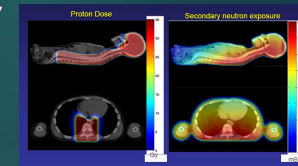
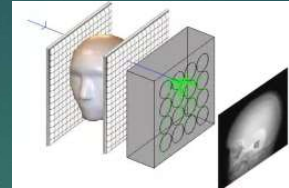
Edificio PT

G. A. Santa Cruz - CNEA

LaIDeP: I&D, formación, enseñanza, asistencia, referencia

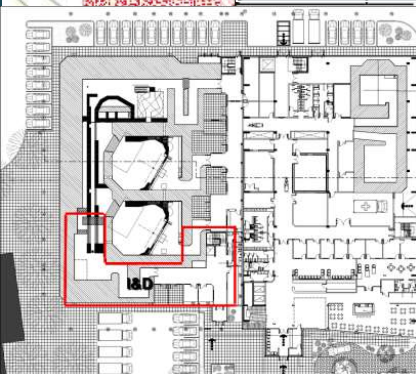
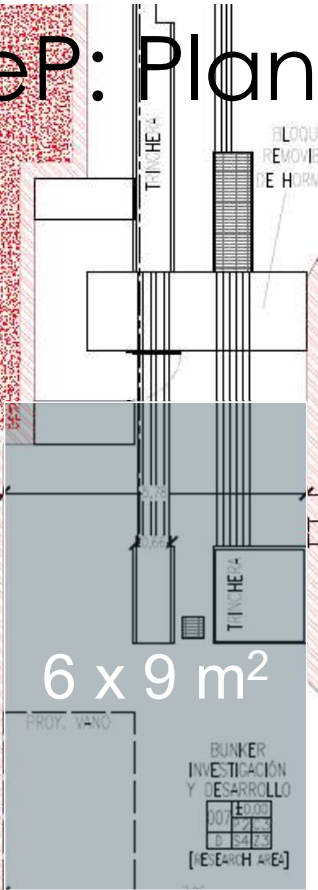
Algunas líneas de I&D:

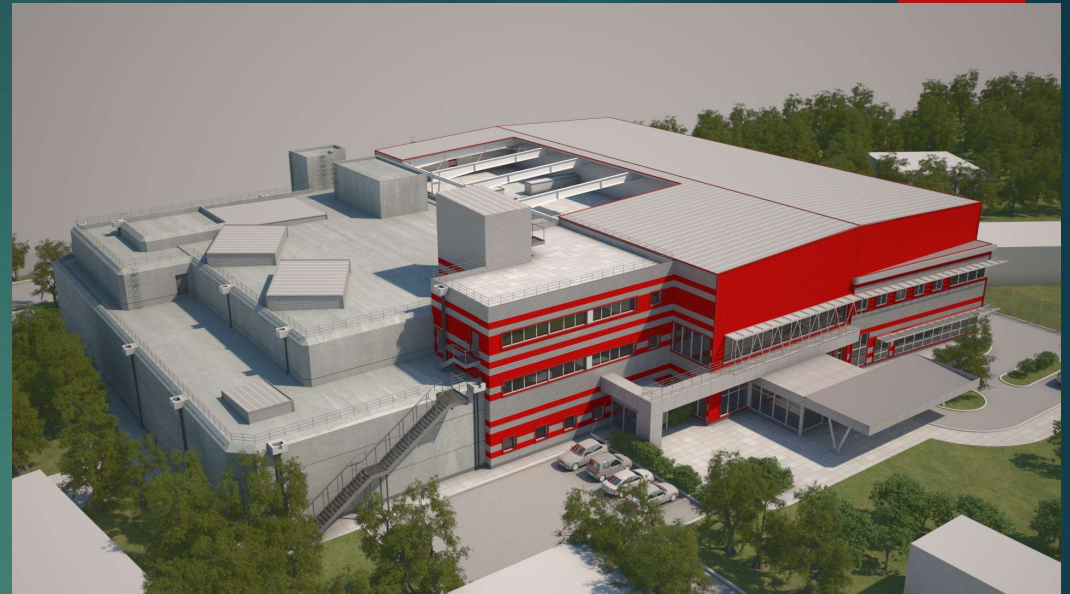
- ▶ Tecnología de Aceleradores y Ciclotrones
- ▶ Instrumentación, detectores de protones, dosimetría experimental
- ▶ Dosimetría computacional y planificación de tratamientos
- ▶ Ingeniería, robótica y dispositivos
- ▶ Imágenes de protones, PET y SPECT inducidos por protones
- ▶ Física y ciencias de los materiales, daño por radiación (satélites)
- ▶ Micro-haces para estudios de radiobiología
- ▶ Radiobiología y Biofísica de las radiaciones
- ▶ Ensayos preclínicos con animales pequeños y grandes
- ▶ Protonterapia + BNCT (Terapia por Captura Neutrónica en Boro)





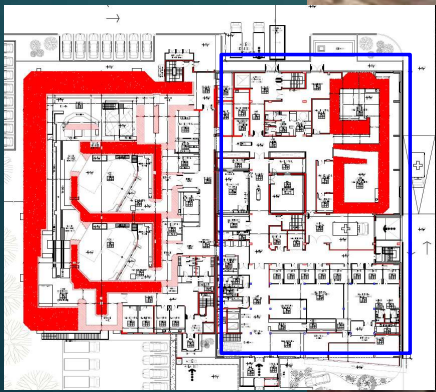
LaiDeP: Planta baja





Algunas imágenes durante la construcción del CeArP

CeArP Noviembre 2019





Pandemia...

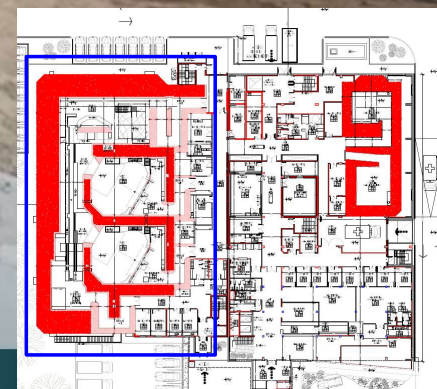
CeArP Junio-21



#CeArP avanzamos con el hormigonado

CeArP 29-10-21

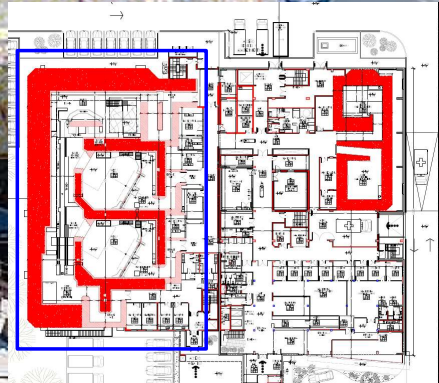
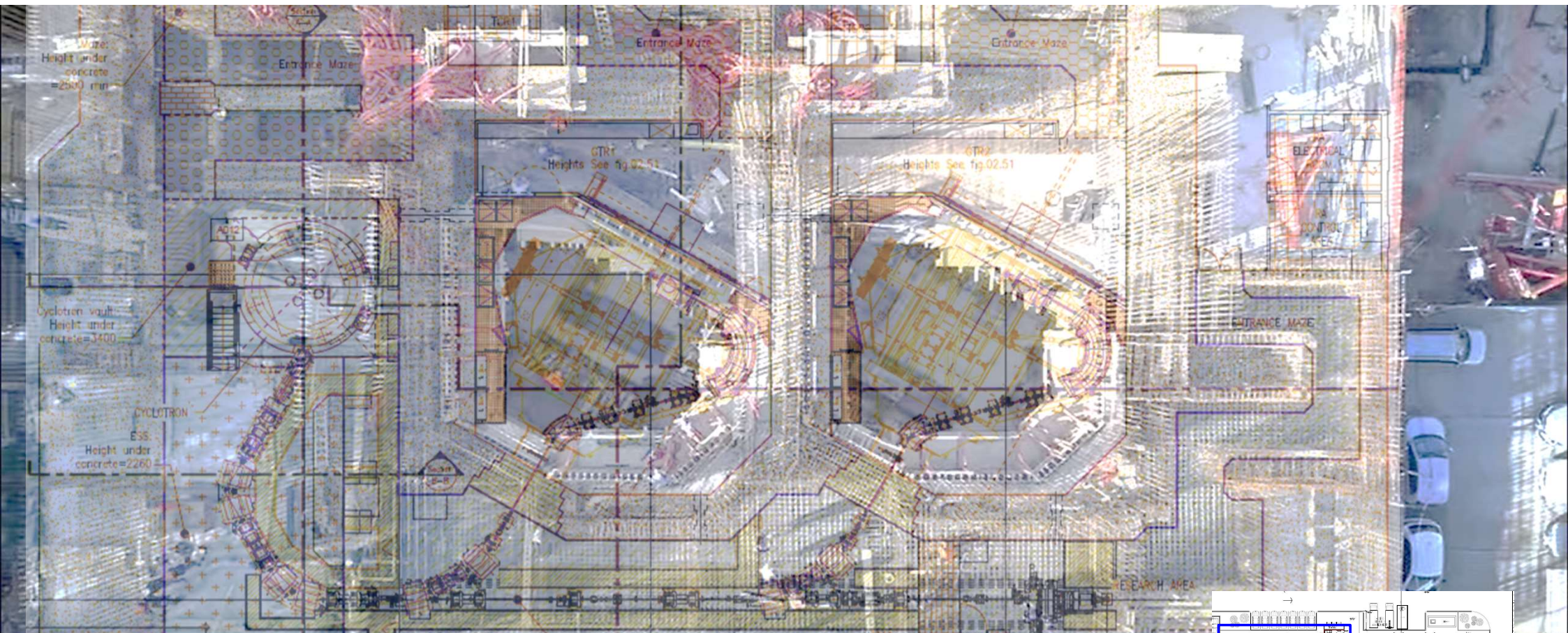
La obra del
Centro Argentino
de Protonterapia
continúa avanzando.





CeArP Agosto 2022





CeArP Septiembre 2022



CeArP Enero 2023





Cronograma

2S/2019 – 1S/2023: CONSTRUCCION CeArP

2S/2021 – 2S/2022: Licencia de Construcción ARN

2S/2022: **instalación** equipamiento de imágenes y RT

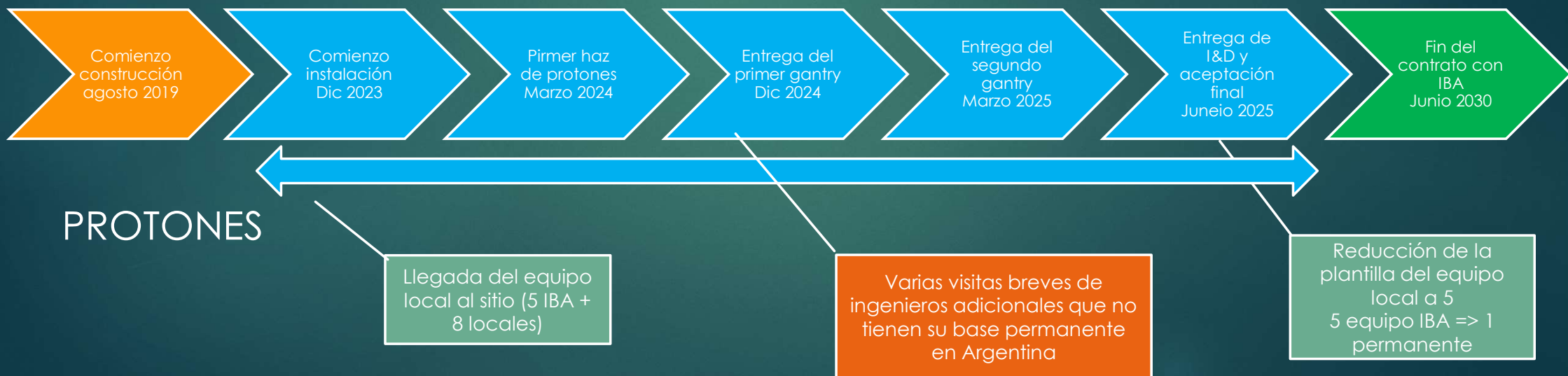
1S/2023: **comisionamiento imágenes**

2S/2023: **instalación** TPS&OIS

2S/2023: **comisionamiento** RT

2S/2023: **comisionamiento** TPS&OIS

RT: Radioterapia
TPS&OIS: Sistemas de Planificación & Sistema Info Oncológica
1S: Primer semestre
2S: Segundo semestre



PROTONTERAPIA EN ARGENTINA: QUÉ HACE FALTA AHORA



Estimación CeArP: 100% de operación

PERSONAL OPERATIVO	PROTONTERAPIA	VERSA HD	CYBERKNIFE	RT (VERSA+CYBK)	COMUNES	LAIDEP	TOTAL
CLÍNICO	22	8	8				38
CIENTÍFICO						6	6
CIENT-TÉCNICO						4	4
IMÁGENES	4	2	2		4		8
SISTEMAS	4	2	2		2	1	11
OPERACIÓN	4				2	2	6
MANTENIMIENTO	8			2	2	2	12
SEGURIDAD RADIOLOGICA	2			2		1	4
SEGURIDAD FÍSICA	2			2		1	4
ADMINISTRACIÓN	6	2	2		4	2	12
TOTAL 2 TURNOS	52	14	14	6	14	19	105
<hr/>							
TOTAL	119						
TOTAL EFECTIVO	105						
CLINICO EFECTIVO	86						
LAIDEP EFECTIVO	13						
<hr/>							
MANTENIMIENTO EDIFICIO	8						
MANTENIMIENTO JARDINES	2						
BAR	4						
LIMPIEZA	10						
ETC	4						
TOTAL	28						

TOTAL ABSOLUTO 147

TOTAL EFECTIVO 133

Estimación de la composición del personal profesional CLÍNICO, basada en datos tomados de la experiencia internacional, extrapolados al centro argentino (SOLO PROTONES)

STAFF	NÚMERO	POR TURNO	POR TURNO Y ESPECIALIDAD	C/Ex
Gerencia General	1			
Dirección Física	1			
Dirección Médica	1			
Médicxs Radiooncólogxs	6	3		2
Terapeutas o radiólogxs	4	2		2
Enfermería/Anestesia	4	2	7	1
Dosimetristas	4	2		2
Físicxs	4	2		2
Técnicxs de Imágenes	4	2	6	1
Administración datos	2	1		
Ingeniería sistemas	2	1	2	
Operación ciclotrón	2	1		1
Control ciclotrón	2	1	2	
Mantenimiento eléctrico	2	1		
Técnicxs de mantenimiento	6	3	4	
Seguridad radiológica	2	1		1
Seguridad, higiene y ambiente	2	1	2	
Administración	6	3	3	
TOTAL	52 + 3	26	26	12

- De todos estos profesionales, es menester capacitar en protonterapia aproximadamente a 28 profesionales (2 turnos).
- Esta tarea puede llevarse a cabo capacitando primeramente a un grupo selecto de profesionales en el exterior (12), donde luego estos profesionales a su vez capacitarían a otros ya en el país.
- Si bien esta estrategia permite optimizar los costos de capacitación, requiere por otro lado que los profesionales ya formados en el exterior se integren en alguna modalidad contractual.

Inserción de la modalidad en el país

- Promover el interés de la comunidad médica para la adopción de la protonterapia.
 - Nomenciar los tratamientos.
- Trabajar en establecer una red federal de acceso a la protonterapia, ayudando a las familias y pacientes a acceder al tratamiento.
- Constituir un centro de referencia nacional y regional.
 - Trabajar en pos de desarrollar la investigación y el desarrollo traslacional, en un esquema cooperativo con otros centros con similares capacidades.
- Formar RRHH especializados, para el país y la región, entendiendo que la modalidad se afianzará regionalmente.



Ministerio de
Salud
Presidencia de la Nación



Ministerio de Ciencia,
Tecnología e Innovación
Argentina

2025: el año de la HADRONTERAPIA en Argentina



PTCOG Organizes Annual Conferences with Scientific Meetings and Educational Sessions

Scheduled upcoming PTCOG Conferences:

PTCOG 61	Quironsalud & University of Navarra, Madrid, Spain	June 11 - 17, 2023
PTCOG 62	National Cancer Center, Singapore	May / June 2024 (provisional date will be published later)
PTCOG 63	Argentine Proton Therapy Center (CeArP), Buenos Aires, Argentina	May 2025 (provisional date will be published later)



ptcog.ch

isnct.net

Argentina: País “Ancla” ante el OIEA del Programa “RAYOS DE ESPERANZA” para LATAM y El Caribe

Los paquetes contribuirán además a promover las prioridades de desarrollo de los donantes, como la igualdad de género, la reducción de las disparidades que afectan a mujeres y niños en el campo de la salud, la mejora de la enseñanza y la capacitación y el fomento de la inclusión socioeconómica.

MODALIDADES DE ALIANZAS Y MOVILIZACIÓN DE RECURSOS

El OIEA está centrandose su atención en forjar nuevas alianzas y aprovechar diversas fuentes de financiación, incluidos gobiernos, instituciones financieras internacionales y el sector privado, para garantizar que Rayos de Esperanza logre el máximo alcance, impacto y sostenibilidad. Al organizar una coalición de donantes y asociados, en colaboración con Estados Miembros que quieran ejecutar estas actividades, podemos contribuir mejor al progreso de la medicina radiológica y a salvar vidas.



Rayos de Esperanza aglutinará el amplio espectro de conocimientos especializados del OIEA para prestar apoyo a los Estados Miembros en el diagnóstico y el tratamiento del cáncer por medio de la medicina radiológica.

Puede obtenerse más información sobre los paquetes indicativos enumerados en el presente documento, incluidos cálculos detallados, previa solicitud. (Correo electrónico: RaysOfHope@iaea.org).

En los países de ingresos medianos y bajos, la mitad de los pacientes con cáncer que necesitan radioterapia no tienen acceso a ella. Una estadística que da que pensar y es inaceptable.

— Rafael Mariano Grossi,
Director General del OIEA



www.iaea.org/es/rayos-de-esperanza

#TratamientoParaTodos



MEMORANDO DE ENTENDIMIENTO ENTRE LA REPÚBLICA ARGENTINA Y EL ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA SOBRE COOPERACIÓN EN LA IMPLEMENTACIÓN DE RAYOS DE ESPERANZA - TRATAMIENTO ONCOLÓGICO PARA TODOS

El presente Memorando de Entendimiento (en adelante, el “Memorando”) se concerta entre la República Argentina y el Organismo Internacional de Energía Atómica (en adelante, el “OIEA”), organización intergubernamental constituida en virtud de su Estatuto y domiciliada en Viena International Centre, P.O. Box 100, 1400 Viena (Austria). En adelante, el OIEA y la República Argentina también se denominarán individualmente la “Parte” y colectivamente las “Partes”.

Considerando el apoyo del OIEA a los Estados Miembros, de conformidad con su mandato “Átomos para la paz y el desarrollo”, y el interés común del OIEA y de la República Argentina de contribuir al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos en la Agenda 2030 de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible;

Considerando la contribución de la iniciativa del OIEA Rayos de Esperanza al cumplimiento de la Agenda 2030 y del Objetivo de Desarrollo Sostenible 3 (Salud y bienestar), para reducir la mortalidad prematura por enfermedades no transmisibles;

Considerando que la iniciativa del OIEA Rayos de Esperanza tiene por objeto prestar apoyo a los Estados Miembros para que establezcan o amplíen sus capacidades de medicina radiológica, incluidas la imagenología médica, la medicina nuclear y la radioterapia, a fin de mejorar el diagnóstico y el tratamiento del cáncer mediante la medicina radiológica;

Considerando el compromiso de la República Argentina de apoyar la iniciativa del OIEA Rayos de Esperanza mediante la colaboración a fin de crear capacidad y capacitar al personal para que los equipos de medicina radiológica se utilicen de forma tecnológica y físicamente segura y eficaz;

¡MUCHAS GRACIAS!

