

Universidad de Chile  
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas  
Departamento de Ingeniería Civil

# Tarea 1: E-ELT

CI52B Programación y control de proyectos

Nombres: Gonzalo Montserrat M.  
Tomás Trehela P.  
Profesor: Mauricio Toledo V.  
Fecha de entrega: 31 de Agosto de  
2010

## Introducción

El entender un proyecto nos debe hacer comprender y estudiar todo lo que significa, no solo realizarlo de manera concreta si no que visualizar la organización, coordinación, gestión y otros aspectos tan importantes como la construcción de este. Esto es tan vital como el proyecto mismo y en ocasiones produce variaciones en el proyecto y también involucra costos ya sea en tiempos o en moneda lo cual puede ser crucial y determinante durante el avance de un proyecto.

En ocasiones ver un proyecto consiste en tener conciencia del entorno en el cual se desarrolla o se desarrollara el proyecto. Muchas veces en ciertos proyectos se deben plasmar visiones, políticas u otros aspectos del mandante, de la sociedad e incluso del medio ambiente por lo que englobar el proyecto dentro del contexto pasa a ser primordial entendiendo esta empresa como un concepto entero.

Para el presente informe se efectuara este análisis preliminar y global del proyecto que comprende la realización del E-ELT (European Extremely Large Telescope), con todos los aspectos relevantes e influyentes que involucra como un proyecto global que integra la construcción, la empresa y el entorno.

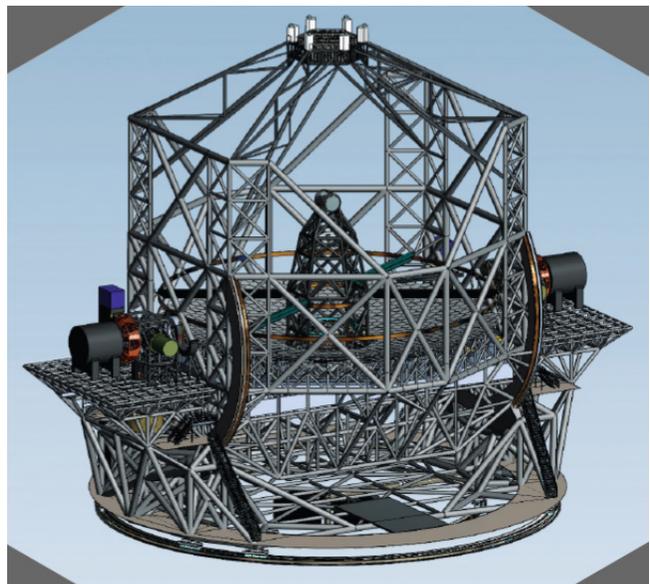
## Antecedentes del proyecto

### *Diseño conceptual*

El presente núcleo conceptual es para un telescopio con un espejo de 42 metros de diámetro cubriendo en el firmamento un campo de visión de alrededor de un decimo del tamaño de la luna.

El telescopio presenta un diseño de una óptica revolucionaria basada en un esquema de cinco espejos ganador de un novel que resulta en una calidad de imagen excepcional.

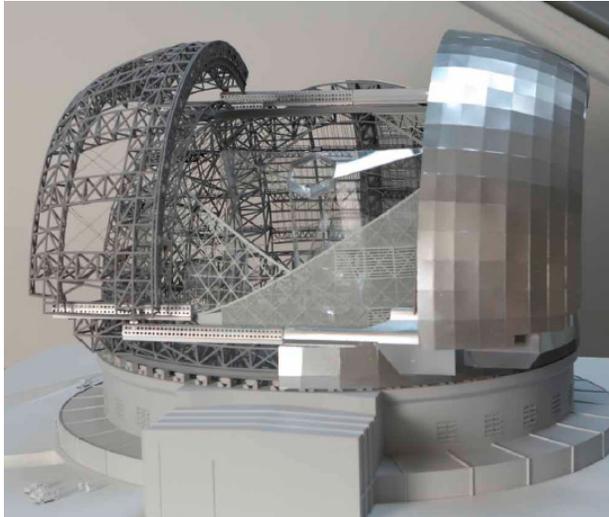
El espejo primario consiste en alrededor de 1000 segmentos, cada uno de 1,4 metros de ancho y solo de 50 milímetros de espesor. El diseño óptico solicita un enorme espejo secundario de 6 metros de diámetro, casi tan grande como el mayor espejo primario de cualquier telescopio en operación en nuestros días. Espejos adaptativos son incorporados a la óptica del telescopio para compensar lo difuso de las imágenes estelares debido a la turbulencia atmosférica. Un espejo correctivo especial en el telescopio esta soportado por



más de 5000 accionadores que pueden distorsionar su forma en aproximadamente 1000 veces por segundo.

El diámetro de 42 metros fue elegido porque es el diámetro mínimo requerido para lograr algunos de los principales retos científicos: tomar imágenes de exoplanetas rocosos para caracterizar sus atmósferas además de corroborar su habitabilidad en un futuro, y medir directamente la aceleración de la expansión del Universo.

### *Diseño preliminar*



La cúpula del E-ELT será similar en tamaño a un estadio de fútbol con un diámetro en su base del orden de 100 metros y una altura del orden de 80 metros.

Se está realizando una investigación exhaustiva para calcular el impacto del viento sobre la cúpula y el telescopio. Las mediciones en túnel de viento ya han comenzado, las simulaciones computacionales de dinámica de fluidos están en desarrollo y ya se ha llevado a cabo una campaña de mediciones de la velocidad de vientos rápidos en Paranal, hogar del Very Large Telescope de ESO.

Considerando además todas las correcciones realizadas al espejo con las consideraciones en los movimientos de los elementos ópticos diseñados en el concepto detrás de los objetivos a lograr con el telescopio.

### *Diseño detallado*

Actualmente, el proyecto está en la fase de diseño detallado, durante la cual los componentes críticos se ponen a prueba mediante prototipos. Durante esta fase, el proyecto ha firmado contratos con industrias e institutos europeos por un total de 50 millones de euros.

Sin embargo se procede en el diseño de los elementos de óptica avanzada como los que se muestran en la figura y los mecanismos y métodos de movimiento y procesamiento o análisis de imágenes.

## Planos y especificaciones

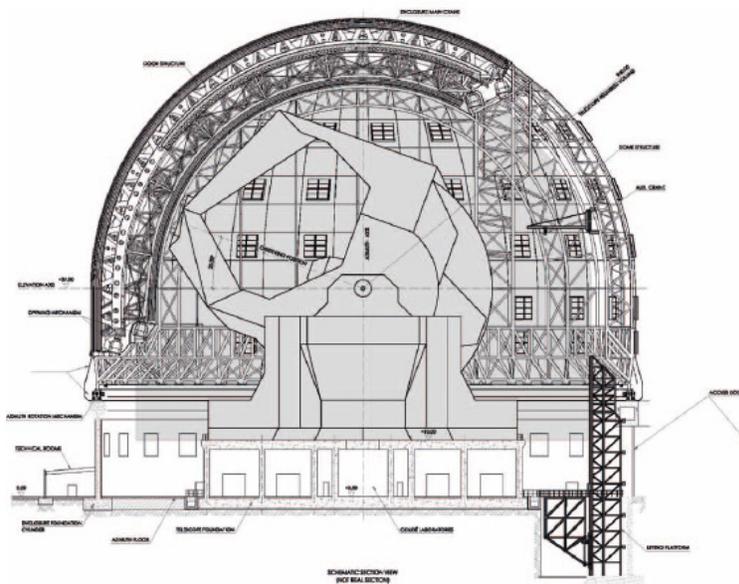


Figura 1.1. Corte transversal para la cúpula propuesta para el E-ELT

Esta figura muestra ciertas especificaciones al diseño de la cúpula como de la compenetración del diseño estructural y los elementos ópticos. Este plano se enfoca mas hacia el diseño estructural y de cómo debe dimensionarse para alojar y permitir el funcionamiento del telescopio de la mejor manera. Igualmente considera el centro del telescopio como el centro de la estructura.

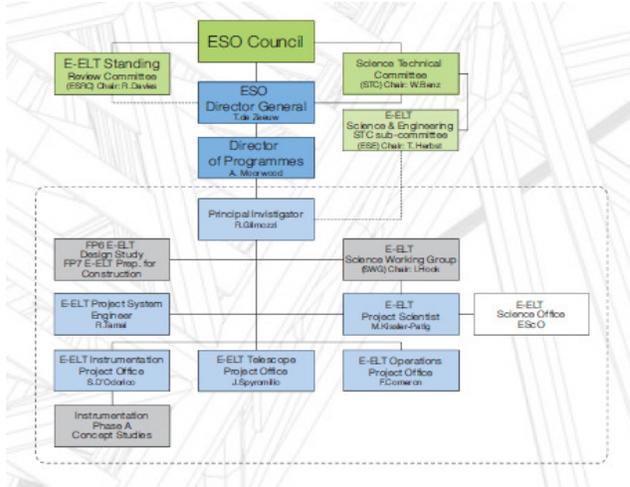
### *Antecedentes históricos de proyectos similares*

Este es el primer proyecto de ésta envergadura pues, es un telescopio de 42 metros de diámetros, mientras que aquellos que lo siguen son varios con 4 espejos primarios de 8,2 metros, 3,2 metros e inferiores. Sin embargo, de igual forma significaron grandes inversiones. Por ejemplo, el más parecido y que cuenta con tecnologías similares al E-ELT es el VLT (Very Large Telescopes) el cual tuvo un costo alrededor de 700 millones de Dolares, mientras que el E-ELT tiene un costos estimado de 800 millones de Euros. Otros proyectos menores, como el telessopio de canarias (GTC) tuvo un costos de laredor de 120 millones de Euros. El proyecto SPM-TWIN, tuvo un costos alrededor de los 150 millones de Euros. En el futuro también se encuentra la construcción de un telescopio de 30 metros de diámetro cuya inversión se estima cerca de los 1000 millones de dólares.

Por lo tanto, en términos de magnitud el E-ETL puede ser comparado únicamente con el VLT y el TMT (Thirty Meter Telescope). Sin embargo el primero es el único que se encuentra construido actualmente.

# Antecedentes de la empresa

## Estructura organizacional



La Oficina de Proyecto del E-ELT es responsable del proyecto dentro de ESO. Esta tiene un investigador principal y tiene tres sub oficinas de proyecto, cada una está encargada de algún aspecto particular como el Telescopio, Instrumentación y Operación. Adicionalmente la Oficina de Proyecto se coordina con un Ingeniero de Sistema de Proyecto y un Científico de Proyecto. Esto permite el control de la óptica del telescopio y de los instrumentos necesarios para el desarrollo del proyecto.

Figura 2.1. Estructura Organizacional Proyecto E-FIT

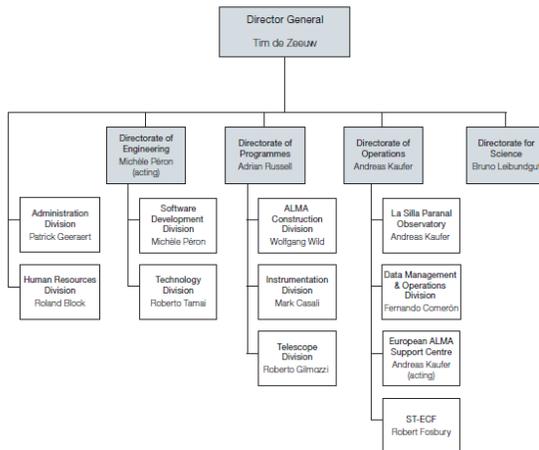


Figura 2.2. Estructura Organizacional ESO

Por otra parte ESO tiene su propia estructura organizacional que funciona de manera paralela con cada uno de los proyectos funcionando, no solo con E-ELT. Esta encabezada por el Director General y tiene el apoyo de los directores de distintos departamentos como Ciencia, Programas, Ingeniería y Operaciones que trabajan de manera transversal en ESO independiente del proyecto.

## Sistemas de control existentes

El proyecto está siendo supervisado actualmente por los siguientes comités.

ESE: Subcomité ELT de Ciencia e Ingeniería del STC

STC: Comité de Ciencia y Tecnología que presenta sus informes al Director General (DG) de ESO y al Consejo.

ESRC: Comité permanente de supervisión del ELT que presenta sus informes al Consejo.

### *Medios computacionales*

Con el fin de obtener imágenes lo más nítidas posibles, el E-ELT contará con la tecnología de “Active Optics” la cual posee un espejo central flexible y otros que se encargan de corregir la forma del espejo durante las observaciones.

Active Optics, corrige las distorsiones durante la observación, mediante un continuo monitoreo a una estrella de referencia. Lo anterior se realiza en conjunto con un programa de análisis de imágenes capaz de detectar hasta la más pequeña desviación para así obtener la imagen óptima.

### *Procedimientos y políticas internas*

- Dar apoyo económico, científico-técnico, social y cultural en la región de Antofagasta.
- Contribuir al desarrollo de la Astronomía en Chile.
- Promover la investigación e intercambios entre científicos Chilenos y Europeos.
- Fortalecer ESO como la organización líder a nivel mundial en astronomía.

### *Capacidad financiera*

El financiamiento de ESO y en particular del E-ELTs proviene principalmente de la industria Europea y en general de industrias existentes en todos los países miembros (Bélgica, República Checa, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Italia, Holanda, Portugal España, Suecia, Suiza, Reino Unido, Chile ) los cuales contribuyen anualmente un promedio de 120 millones de euros.

Cada uno de los países dispuestos a colaborar económicamente en el proyecto, lo que hacen es comprar minutos de observación para los astrónomos de su país. Por ejemplo, los astrónomos chilenos tienen derecho al uso de un 10% del tiempo para la observación. Por otro lado, el gobierno Chileno acordó donar una cantidad considerable de terreno a ESO, dentro del cual está el cerro armazones con el fin de que este sector no se vea afectado por contaminación lumínica.

Además entre ESO y las industrias relacionadas, se generan intercambios en tecnologías tanto en procesos mecánicos y electrónicos. Creación de hardware y software para telescopios complejos que necesitan modelos matemáticos de visualización de imágenes y procesamiento de grandes cantidades de datos.

## **Antecedentes del entorno**

Para la ubicación del E-ELTs, la calidad astronómica de la atmósfera, juega un rol fundamental. Esto es, por ejemplo, el número de noches claras, la estabilidad de la atmósfera, y la cantidad de vapor de agua.

Además, la topografía del sector y las vías de acceso son primordiales, pues si estas últimas no son las adecuadas, será necesario la construcción de caminos y tendidos eléctricos los cuales tendrán altos impactos en los costos del proyecto.

### *Clima*

El cerro armazones se ubica en el desierto de Atacama, el cual es el lugar más árido del mundo. En esta zona, la aridez se debe a la corriente de Humboldt que genera un centro de alta presión en el pacífico lo que hace que las nubes sean desviadas y lleguen pocas nubes al continente.

Además los vientos constantes que soplan desde el oeste hacia el este. Estos vientos al soplar sobre el suelo caliente, hacen que el agua se evapore por completo pero difundiéndose en la atmosfera antes de que se alcancen a formar nubes.

Finalmente, la cordillera de los Andes, hace que no pase la humedad y nubes que vienen desde el Atlántico y en conjunto con la altura del cerro armazones hace que la luz proveniente desde las estrellas se distorsione menos antes de llegar al telescopio.

Estas condiciones hacen que existan en promedio 320 noches despejadas al año, siendo ideal para la ubicación del E-ELTs.

### *Topografía y geología*

El cerro armazones, se encuentra a 3060 [m.s.n.m] en la sierra Vicuña Mackenna de la Cordillera de la Costa, a 130 km al sur de Antofagasta y 20 Km del cerro Paranal. Las coordenadas geográficas del cerro Armazones son 24°35'55''S 70°11'47''O

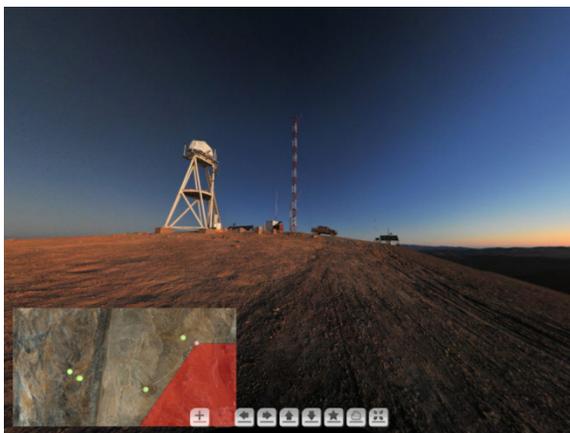


Imagen 3.1. Cerro Armazones, Desierto de Atacama



Imagen 3.2. Desierto de Atacama

### *Vías de acceso*

El camino a Cerro Armazones es largo y se puede realizar en complemento del trayecto a Cerro Paranal que se encuentra a 20 kms de Armazones, a través de un camino de tierra que al llegar a Armazones se vuelve sinuoso subiendo por la ladera oeste hasta la cumbre en donde se emplazará el telescopio.

Para llegar a Paranal se debe pasar por un trayecto de dos horas con tramos de tierra en regular o mal estado.



Imagen 3.3 Camino a Cerro Armazones  
Desierto de Atacama

### *Logística, permisos, restricciones, etc.*

Antes de la elección de esta ubicación como futura localización del E-ELT, y para facilitar y apoyar el proyecto, el Gobierno de Chile acordó otorgar a ESO una considerable extensión de tierra adyacente a los terrenos de ESO en Paranal, incluyendo el actual sitio de emplazamiento del E-ELT, con el fin de asegurar la protección de los terrenos de alto valor astronómico contra cualquier influencia adversa, en especial la contaminación lumínica y las actividades mineras.

La licencia para construirlo se concederá probablemente a finales de año y en el 2018 el observatorio podrá empezar a funcionar.

## Conclusiones

A modo de conclusión, se establece que este proyecto es completamente viable debido a las metas y horizontes establecidos, por lo que los países están a favor de su construcción y de dar a poyo económico, y por lo tanto, su financiamiento es un hecho.

Por otro lado, es un gran progreso para la astronomía a nivel mundial y en particular es una gran vía de desarrollo para la astronomía y científicos chilenos. Además estos tendrán el beneficio de poder compartir estudios y experiencias con científicos y estudiantes de otros países y, por lo tanto, los intercambios de conocimientos serán sumamente auspiciosos. Además el país se verá beneficiado con un aumento de publicaciones en el área.

Por otro lado, el hecho de que Chile haya donado una gran extensión de terreno, asegura que a pesar del crecimiento poblacional, económico e industrial que tendrá el país en los años venideros, no se verá afectada la calidad de las imágenes pues el área estará protegida de toda contaminación lumínica y atmosférica que distorsionen las imágenes.

Además, las políticas de ESO de contribuir con la sociedad Chilena en términos de educación y dar apoyo y fomento a las regiones chilenas y en particular a al pueblo de San Pedro de Atacama, es extremadamente provechoso e incluso su construcción generará una gran cantidad de empleos en la zona.

Finalmente, el E-ELT es un proyecto extremadamente beneficioso para Chile y para el mundo en general.