

Niels Nijmann  
Dyckerhoff Basal Nederland B.V.

## Il “Deltagoot” The “Deltagoot”

PRESSO L'ISTITUTO DI RICERCA DELTARES DI DELFT, LA SOCIETÀ DI COSTRUZIONI BALLAST NEDAM INFRA HA AVVIATO LA REALIZZAZIONE DI UNA STRUTTURA, IL “DELTA GOOT”, CHE OSPITERÀ UN NUOVO GENERATORE DI ONDE MARINE. IN UN PROSSIMO FUTURO, UTILIZZANDO QUESTO NUOVO IMPIANTO, SARÀ POSSIBILE ESEGUIRE DIVERSI TEST DI INGEGNERIA IDRAULICA.

*THE BALLAST NEDAM INFRA CONSTRUCTION COMPANY HAS BEGUN BUILDING THE “DELTA GOOT” CANAL AT THE DELTARES RESEARCH INSTITUTE IN DELFT TO ACCOMMODATE A NEW WAVE GENERATOR WHICH WILL SOON ALLOW RESEARCHERS TO PERFORM A VARIETY OF HYDRAULIC TESTS.*

Il canale artificiale Deltagoot sarà più grande dell'attuale canale utilizzato dall'istituto Deltares nel polder (tratto di mare asciugato artificialmente attraverso dighe e sistemi di drenaggio dell'acqua, ndr) ricavato nella parte nord-orientale dell'Olanda.

In termini di dimensioni e di capacità, il nuovo impianto sarà unico al mondo: la lunghezza di circa 300 metri, la riserva d'acqua parallela al canale, la profondità e la larghezza previste, oltre alla conformazione del suolo di Deft e alla conseguente precisione della costruzione ne fanno un vero capolavoro tecnico.

Ballast Nedam Infra ha scelto Dyckerhoff Basal come fornitore di calcestruzzo per la realizzazione del progetto.

In futuro l'istituto Deltares utilizzerà il Deltagoot per stabilire come rafforzare un litorale replicando il moto ondoso. In questa nuova struttura sarà possibile simulare gli effetti delle onde sulla costa olandese e perfino sulle dighe. I test eseguiti nel Deltagoot consentiranno di risparmiare risorse, offrendo la possibilità di progettare strutture di rinforzo per dighe migliori e più affidabili.

In testa al canale sarà installato un grande pannello che, muovendosi in avanti e indietro, genererà il moto ondoso permettendo di creare tempeste con onde alte fino a quattro metri. Sarà l'unica struttura al mondo con questa possibilità.

Nel canale sarà costruito una specie di frangiflutti per poter studiare, con gli appositi strumenti di misurazione, il comportamento di dighe e dune. Non appena pronto, il canale sarà meta di ricercatori provenienti da tutto il mondo per poter eseguire dei test. Nel frattempo, sono già state presentate le prime domande di utilizzo.

Ad oggi, 13.000 m<sup>3</sup> di calcestruzzo sono già stati consegnati per la realizzazione della soletta e delle pareti. I calcestruzzi impiegati presentano un'elevata durabilità, ed una resistenza a breve relativamente rapida per velocizzare la costruzione del generatore.

In futuro potrebbero anche essere eseguiti test con acqua di mare (acqua salata). Le prove potranno essere effettuate con l'impianto asciutto oppure bagnato e il calcestruzzo sarà quindi esposto ai cloruri.

Nei punti in cui la soletta doveva avere spessore maggiore di un metro e le pareti più di 60 cm, ci sarebbe potuto essere un grande sviluppo di calore di idratazione e sarebbe potuto essere necessario ricorrere ad un sistema di raffreddamento, con un conseguente aumento dei costi, tuttavia indispensabile per ridurre il rischio di fessurazione. D'accordo con il committente, il costruttore e l'assistente tecnico di cantiere, è stato allora deciso di sviluppa-

**1. LA COSTRUZIONE DEL "DELTAGOOT"**  
*BUILDING THE "DELTAGOOT"*

re un calcestruzzo "su misura" con le seguenti caratteristiche:

- minima generazione di calore di idratazione;
- resistenza di progetto;
- resistenza ai cloruri;
- resistenza finale richiesta non vincolata a soli 28 giorni.

Per questo cantiere, era importante ottenere il minimo sviluppo di calore di idratazione possibile all'interno delle strutture: tra il centro e la superficie a 10 cm dall'esterno degli elementi la differenza di temperatura non doveva superare i 15°C. Questo è il motivo per cui è sta-

to scelto un calcestruzzo a basso sviluppo di calore realizzato con il CEM III/B 42,5 LH in cui una parte del cemento (20%) è stata sostituita con cenere volante, già presente comunque in questo tipo di cemento. Sono anche state eseguite prove adiabatiche, test di diffusione del cloro e prove di sviluppo della resistenza. La vasta esperienza di Dyckerhoff Basal Betonmortel con questo tipo di miscele ha consentito di completare i test rapidamente e con successo, ottenendo quanto previsto con piena soddisfazione del cliente. La resistenza e lo sviluppo di calore sono stati monitorati utilizzando il "metodo ponderato della maturazione". In pratica, da un computer remoto è possibile accedere al server dedicato a seguire in diretta lo sviluppo del calore e della resistenza nella costruzione,

grazie a sensori inseriti in vari punti della stessa. Si può così stabilire con precisione se la resistenza alla fessurazione e quella meccanica previste sono state pienamente raggiunte, contribuendo ad accelerare il processo di costruzione; lo sviluppo della resistenza, infatti, viene misurato nella struttura e non sui campioni, nei quali le tensioni potrebbero svilupparsi in modo diverso. Le misurazioni effettuate a Deltagoot indicano che, grazie ad un corretto processo di pianificazione e di costruzione e alla scelta di un calcestruzzo dedicato, i gradienti di temperatura nella struttura e quindi il rischio di fessurazione vengono ridotti al minimo. Il metodo utilizzato dimostra che la "misurazione del calcestruzzo" può essere ritenuta una buona soluzione per opere massive.



The artificial Deltagoot canal will be bigger than the canal currently used by the Deltares institute in the polder (a section of sea artificially dried by means of dykes and drainage systems) that was reclaimed in north-eastern Holland.

In terms of size and capacity, this will be the most unique system in the world. Its length of approximately 300 meters, the reservoir next to the canal, the planned depth and width, not to mention the configuration of the soil in Delft and thus the precision of its construction, makes it a truly technical masterpiece.

Ballast Nedam Infra chose Dyckerhoff Basal to supply the concrete for the project.

The Deltagoot will be used by the Deltares Institute to duplicate wave action and determine how to reinforce coastlines. In this new structure, they will be able to simulate the effect of waves on the Dutch coast and even on dykes.

The tests performed in the Deltagoot will lead to the savings of resources providing the possibility of designing reinforcement structures that will improve the dykes and make them more reliable.

A large panel installed at the head of the canal will move back and forth to generate waves, and even create storms with waves as high as four meters.

It will be the only structure in the world to be equipped to do this.

Breakwaters will be built in the canal so that the behavior of dykes and dunes can be studied with measuring equipment.

As soon as the canal is finished, researchers will come from all over the world to perform tests. In the meantime, the first requests for use have already been presented.

As of now, 13,000 m<sup>3</sup> of concrete have already been delivered to build the slab and the walls of the canal.

The concretes used are very durable with relatively rapid initial strength development to accelerate the construction of the wave generator.

Tests with seawater (saltwater) will also be performed in the future which can be conducted when the system is dry or wet so the concrete will also be exposed to chlorides.

There was a risk of extensive heat generation at the points where the slab was thicker than one meter and the walls

thicker than 60 cm. Despite an increase in costs, a cooling system was installed to reduce the risk of cracking.

The customer, contractor and site engineer agreed that a "custom" concrete with the following characteristics should be created:

- Minimal hydration heat generation;
- Sufficient strength to build;
- Chloride resistant;
- Final strength required not restricted to only 28 days.

For this site, it was important to reduce hydration heat generation inside the construction as much as possible.

The difference in temperature between the center and 10 cm from the outside of the construction could not exceed 15°C, which is why they opted for a low heat concrete made with CEM III/B 42,5 LH in which 20% of the cement was replaced by fly ash, already present in this type of cement anyway.

Adiabatic tests, chloride diffusion and strength development tests were also performed.

The tests were successfully completed quickly and fully met the customer's requirements thanks to Dyckerhoff Basal Betonmortel's vast experience with this type of mixture.

Strength and heat generation were closely monitored using the "weighted maturity method".

In practice, what this means is that a dedicated server can be accessed remotely to directly monitor heat and strength development during the construction process by means of sensors inserted at various points in the structure.

The construction supervisor can accurately determine whether the specified strength to cracking and mechanical strength have been completely achieved, which helps accelerate the construction process.

In fact, strength development is measured in the construction and not in samples in which tension may develop differently.

The measurements performed at Deltagoot show that the temperature gradients in the structure and the risk of cracking were reduced to a minimum thanks to the thorough planning and construction

process as well as the decision to use a custom concrete.

The method used demonstrates that "measuring concrete" can be a good solution for large construction projects.